

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

Estudo da Evolução da Paisagem  
da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio  
das Métricas

MARTA LEITE OLIVER BATALHA

Vitória  
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

Estudo da Evolução da Paisagem  
da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013,  
por meio das Métricas

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação, Mestrado em Geografia  
do Departamento de Geografia como  
parte do requisito para obtenção do título  
de Mestre em Geografia, sob a orientação  
da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Câmara do Vale

MARTA LEITE OLIVER BATALHA

Vitória  
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Oliver-Batalha, Marta Leite, 1968-

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES) nos Anos de 1985 e de 2013, por meio das Métricas. UFES, 2014./ Marta Leite Oliver Batalha - 2014.

167p.; il., figura, tabelas e gráficos.

Orientadora : Claudia Camara do Vale

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

Palavras Chaves: Biogeografia; Ecologia da Paisagem; Biodiversidade; Métricas.

# **“Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES) nos Anos de 1985 e de 2013, por meio das Métricas”**

Marta Oliver Batalha

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em \_\_\_\_ de julho de 2014 por:

---

Profa. Dra. Cláudia Câmara do Vale  
Orientadora – UFES

---

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho  
Membro Interno – UFES

---

Profa. Dra. Renata Diniz Ferreira  
Membro Externo – UVV



## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas tiveram um papel fundamental na realização desse trabalho. Algumas envolveram-se diretamente com sugestões, leituras, disponibilizando materiais necessários para o embasamento teórico. Outras, não menos importante, foram fundamentais nos momentos em que vieram as dificuldades, o cansaço, períodos que nos tentam a desistir, a que tiveram paciência, compreensão. Enfim a todos minha gratidão, pois não poderia tê-lo realizado. Dessa forma, quero deixar aqui registrado meu agradecimento.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Câmara Vale, por acreditar nesse trabalho e compartilhado seu conhecimento e experiência, que muito além da sua orientação em todas as fases deste trabalho, foi quem me proporcionou o estímulo, confiança e a honra de sua amizade.

Aos componentes da Banca Examinadora pela participação na análise deste projeto.

À Prefeitura de Linhares, setor de geoprocessamento, que disponibilizou algumas informações.

Ao amigo Renato Rodrigues, por toda a ajuda.

Aos amigos e pais espirituais Pe Paulinho e Pe Arlon Chirstian, que nos momentos de tribulações me fortaleceram com suas sábias e ungidas palavras.

Ao Programa de Pós Graduação de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade.

À Izadora e outros profissionais que dedicam boa parte de sua jornada de trabalho, para nos atender.

Ao meu esposo Luciano de Freitas Batalha que é muito importante e especial em minha vida, sendo o meu alicerce que me sustentou e esteve sempre ao meu lado, acreditando e me incentivando e compreendendo os períodos de ausência.

Aos meus queridos pais Carlos Alberto e Zahy, que hoje não se encontram nesse universo, mas que com muito amor agradeço pela vida que me deram e dedico esse trabalho e tenho certeza de que onde eles estiverem devem estar celebrando alegremente por esta conquista.

## RESUMO

Trata a presente pesquisa sobre o estudo da evolução da área da paisagem que compõe o município de Linhares (ES), nos anos de 1985 e 2013/2014, que constitui o maior município do Estado do Espírito Santo. Foi realizada, por meio de processamento digital de imagens de satélites LANDSAT 5 e 8, a classificação de uso e ocupação da terra da área em estudo. Além disso usou-se as imagens do satélite RapdEye para acurácia da classificação digital das imagens. A partir dos resultados levantados de uso e ocupação foram definidas as matrizes da paisagem para 1985 e 2013/2014, bem como avaliadas as manchas que compõem a matriz. Foram aplicadas as métricas da paisagem utilizando a ferramenta de estatística *Fragstats*, possibilitando o cálculo dos Índices de Paisagem afim de avaliar a evolução qualitativa e quantitativa da paisagem do município de Linhares.

**Palavras-chave:** Biogeografia; Ecologia da Paisagem; Biodiversidade; Métricas.

## ABSTRACT

This research aim about the study of the evolution of the landscape area that makes up the city of Linhares (ES) in the years of 1985 and of 2013/2014, which is the largest municipality in the state of Espírito Santo. By means of digital image processing of LANDSAT 5 and 8, the classification of land use and land cover of the study area was performed. Also used the images on RapdEye satellite for accuracy of digital image classification. From the results collected for use and cover land of the landscape matrices were set for 1985 and 2013/2014, as well as evaluated the spots that make up the array. The landscape metrics using the statistical tool Fragstats were applied, enabling the calculation of landscape indices in order to assess the qualitative and quantitative evolution of the landscape of the municipality of Linhares.

Key-words: Biogeography; Landscape Ecology; Biodiversity; Metrics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Área em Estudo - Município de Linhares.....	28
Figura 2 - A Pesca Milagrosa de Konrad Witz, aprox.1444. Pintura renascentista da uma paisagem agrícola como plano de fundo.....	33
Figura 3 - Esquema ilustrativo da influência da Geografia e da Ecologia na formulação da Ecologia da Paisagem.....	38
Figura 4 - Diferentes tipos de manchas e corredores compondo uma paisagem cuja matriz é a floresta.....	40
Figura 5 - Representação gráfica dos conceitos de mancha, corredor e matriz.....	40
Figura 6 - Representação real de uma matriz do município de Linhares, onde podem ser visualizados manchas e corredores de diferentes naturezas.....	41
Figura 7 - Seis tipos de paisagens baseadas nos padrões espaciais predominantes.....	44
Figura 8 - Formas das manchas em paisagens arranjadas pela origem e pela forma. (a) Manchas naturais de 1 a 13 (curvilíneas ou ameboides). (b) Manchas criadas pelo homem de 14 a 26 (geométricas). Alongamento e convolução são considerados os principais elementos das formas.....	47
Figura 9 - Largos corredores florestados e estreitos corredores de sebe conectando nós florestais. O nó ao centro do primeiro plano está conectado a cinco corredores; uma quebra distinta é evidente no corredor de primeiro plano. Norte do estado de Nova York. (R. Forman.....	49
Figura 10 - Comparação de corredores em linha e corredores de faixas. Do Forman (1983). (Cortesia do Ekologia CSSR.). .....	50
Figura 11 - Uma visão hierárquica e pluralista da Ecologia da Paisagem como uma ciência transdisciplinar, composta de pesquisa com vários graus de integração a partir de estudos envolvendo as ciências naturais (bio-ecologia e geografia física) e as ciências sociais e as partes interessadas (stakeholders). (Baseada em Tress et al., (2005).....	53
Figura 12 - (A) paisagem montanhosa sem edificação em The Front Range, Colorado, EUA. (Foto: Monica G. Turner). (B) paisagem mosaico de florestas e terras agrícolas ao sul de	

Santiago, Chile. (Foto por John A. Wiens.) (C) urbanização da paisagem no entorno de Denver, Colorado. (Foto por John A. Wiens.) (D) vista aérea de uma clareira em uma paisagem de conífera, ( <i>Pinus contorta</i> ), Floresta Nacional Targhe, Idaho.....	57
Figura 13 - A representação das diversas escalas e níveis de interação e análise da paisagem, que podem ser a partir da escala global até uma heterogeneidade local.....	59
Figura 14 - Esquema de dois componentes da escala espacial: (a) de grãos e (b) medida. O número de células agregadas de modo a formar a nova unidade de dados (isto é, novo tamanho de grão) são indicados por $n$ ; área total, ou na extensão, é indicada por um. Modificado de Turner et al. (1989b).....	61
Figura 15 - Ilha do Imperador (Lagoa Juparanã).....	65
Figura 16 – Corredores Ecológicos e Unidades de Conservação no Município de Linhares.....	67
Figura 17 - Lagoa do Meio eutrofizada– área central urbana de Linhares.....	68
Figura 18 - Revitalização da Lagoa do Meio propícia para a prática de caminhadas.....	69
Figura 19 - Lagoa do Aviso com a presença de resíduos no entorno.....	70
Figura 20 - Domínios climáticos, principais subtipos e os sistemas que atuam no Brasil.....	71
Figura 21 - Tipos climáticos do Estado do Espírito Santo. Fonte: Pinheiro (2012).....	73
Figura 22 - Macro-Unidades Geológico-Geomorfológica do ES. Fonte: Vale, (2011).....	76
Figura 23 - Distribuição dos depósitos da Formação Barreiras (partes coloridas) no estado do Espírito Santo .....	80
Figura 24 - A evolução das planícies costeiras quaternárias na costa leste do Brasil relacionada com as variações eustáticas ocorridas no período.....	82
Figura 25- Mapa de Uso e Ocupação da Terra – 1985.....	89
Figura 26 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra – 2013/2014.....	90
Figura 27 - Fluxograma das atividades operacionais. ....	101

Figura 28 - Exemplo de imagem LandSat 5 (215-73) – resolução espacial 30m, Bandas 3(R), 4(G), 5(B).....	105
Figura 29 - Exemplo de imagem LandSat 8 (215-73) – resolução espacial 30m, Bandas3(R),4(G),5(B).....	105
Figura 30 - Exemplo de fusão de imagem LandSat 8 (215-73) – resolução espacial 15m, Bandas 6(R),5(G),4(B) .....	106
Figura 31 - Exemplo de imagem RapdEye (215-73) – resolução espacial 5m .....	107
Figura 32 - Tela de inserção da dados para segmentação por crescimento de regiões no software <i>Spring</i> 5.2.6.....	109
Figura 33 - Detalhe do resultado de uma segmentação.....	109
Figura 34-Tela de inserção de dados para classificação de uma imagem do software <i>Spring</i> 5.2.6 .....	111
Figura 35 - Modelo de tela inicial do <i>Fragstats</i> .....	120
Figuras 36- Espacialização da mancha de <b>área alagável</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a) e para os anos de 2013/2014 (b).....	117
Figura 37 - Mapa de Espacialização da Matriz – 1985 .....	120
Figura 38- Mapa de Espacialização da Matriz – 2013/2014.....	121
Figuras 39 - Espacialização da mancha de <b>cultivo agrícola</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a) e para os anos de 2013/2014 (b).....	122
Figura 40 - Mapa das Classes de Uso – IBGE 2013 para o 1985.....	123
Figura 41 - Mapa das Classes de Uso – IBGE 2013 para – 2013/2014.....	124
Figuras 42- Espacialização da mancha de área de pastagem na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	125

Figuras 43 - Espacialização da mancha de <b>silvicultura</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	125
Figura 44 - Silvicultura de eucalipto contornada pela Floresta de Tabuleiro em 2014 da Reserva Natural Vale.....	126
Figuras 45 - Espacialização da mancha de Floresta de Tabuleiro na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	127
Figura 46 – Floresta de Tabuleiro compondo corredores às margens do rio Doce no mirante Atahualpa D. Calmon Costa de Linhares (ES).....	127
Figura 47 - Espacialização da mancha de <b>Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca)</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	128
Figura 48 – Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca) em Linhares (ES).....	129
Figura 49- Espacialização da mancha de <b>Floresta de Aluvião</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	129
Figura 50 - Espacialização da mancha de <b>Vegetação de Restinga</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	130
Figuras 51 - Padrões fitofisionômicos da <b>Vegetação de Restinga</b> da paisagem de Linhares (ES) .....	129
Figura 52 - Espacialização da mancha de Áreas Urbanizadas na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	131
Figura 53 - Loteamento Nossa Casa Nossa Vida em vias de implantação, localizado na margem direita do rio Doce, na área de expansão urbana.....	132

Figura 54 - Espacialização da mancha de <b>Áreas Descobertas</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	133
Figura 55 - Espacialização da mancha de <b>Corpos D'água</b> na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 ( <b>esquerda</b> ) e para os anos de 2013/2014 ( <b>direita</b> ).....	134
Figura 56 - Espacialização das Áreas de Vegetação Natural do município de Linhares (1985 – 2013/2014) .....	137
Figura 57 - Detalhe da REBIO Comboios em mancha de Vegetação de Restinga nos recortes temporais de 1985 e 2013/2014.....	140
Figura 58- Detalhe no Balneário Pontal do Ipiranga, em mancha de Vegetação de Restinga nos recortes temporais de 1985 e 2013/2014.....	141



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diversidade, Endemismo por grupos de seres vivos, na Mata Atlântica.....	23
Tabela 2 - Área de Mata Atlântica no Espírito Santo.....	27
Tabela 3 - Tipos diversos de mancha segundo Forman; Godron (1996), a partir de imagens do Google Earth, todas do município de Linhares.....	45
Tabela 4 - Tipos diversos de mancha segundo Forman; Godron (1996), a partir de imagens do Google Earth, todas do município de Linhares (continuação) .....	51
Tabela 5 - Comparação dos atributos dos estudos de fina e ampla escala.....	60
Tabela 6 - Macro-Unidades Geológico-Geomorfológica de Linhares (ES) .....	75
Tabela 7 - Evolução da População de Linhares, Espírito Santo e Brasil (1950-2005) .....	85
Tabela 8 - Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra segundo o Manual Técnico de Uso da Terra, IBGE.....	91
Tabela 9 - Exemplos de subclasses Áreas Antrópicas não Agrícolas.....	93
Tabela 10 - Exemplos de subclasses Áreas Antrópicas Agrícolas.....	94
Tabela 11 - Exemplos de subclasses Área de Vegetação Natural .....	96
Tabela 12 - Exemplos de subclasses Águas.....	98
Tabela 13 - Exemplos de subclasses Outras Áreas.....	99
Tabela 14 - Métricas (tipos e parâmetros da paisagem) .....	114
Tabela 15 - Quantificação de áreas e percentuais das classes de uso e cobertura da terra para o município de Linhares, para os anos de 1985 e 2014 .....	134
Tabela 16 - Quantificação de áreas e percentuais das subclasses de uso e cobertura da terra para a paisagem do município de Linhares, para os anos de 1985 e 2013/2014.....	135

Tabela 17 - Área Total da Classe (CA), Número de Mancha (NP) e Média de Área (AREA_MN) para os anos de 1985 e 2013/2014.....	138
Tabela 18 - Número de Mancha (NP) das subclasses para os anos de 1985 e 2013/2014.....	139
Tabela 19 - Dimensão Media das Manchas por Classe de Uso, para os anos de 1985 e 2013/2014.....	143
Tabela 20 - Dimensão Media das manchas por subclasse de uso, para os anos de 1985 e 2013/2014 .....	144
Tabela 21 – Índices de Dimensão Fractal (FRACMN) e Índice de Contiguidade (CONTIG_MN), para as Classes de uso nos anos de 1985 e 2013/2014 .....	149
Tabela 22 - Índice de Proximidade ( <b>PROX</b> ) e Índice de Distância do Vizinho mais Próximo ( <b>ENN_MN</b> ) das classes de uso nos anos de 1985 e 2013/2014.....	152

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de percentuais de subclasses de uso e ocupação da terra na paisagem do município de Linhares (ES), em 1985.....	118
Gráfico 2 – Gráfico de percentuais de subclasses de uso e ocupação da terra na paisagem do município de Linhares (ES), em 1985.....	119
Gráfico 3 - Numero de Manchas por classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	138
Gráfico 4 - Numero de Manchas por subclasses de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	139
Gráfico 5 – Área Média das Manchas (AREA_MN) das classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	143
Gráfico 6 – Densidade de Manchas (PD) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014 .....	144
Gráfico 7 – Densidade de Manchas (PD) das subclasses de uso para os anos de 1985 e 2013/2014 .....	145
Gráfico 8 – Área Média da Mancha (AREA_MN) das subclasses de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	146
Gráfico 9 – Índice de Maior Mancha (LPI) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	148
Gráfico 10 – Índice de Dimensão Fractal (FRAC_MN) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014 .....	150
Gráfico 11 - Índice de Contiguidade (CONTIG) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014 .....	151
Gráfico 12, mostra o índice de proximidade das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	153
Gráfico 13 - Índice de Distância do Vizinho Mais Próximo (ENN_MN) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.....	154

## SUMÁRIO

Capítulo 1 – Apresentação.....	19
1.1 – Introdução .....	20
1.2 – Objetivos e justificativas.....	29
Capítulo 2 – Fundamentação Teórico-Metodológica.....	31
2.1 A Ecologia da Paisagem: Conceitos e Pressupostos Teórico-metodológicos.....	32
2.2 – As Unidades Componentes da Estrutura da Paisagem.....	39
2.3 – Planejamento da Paisagem.....	52
2.4 – A Importância da Escala na Ecologia da Paisagem.....	56
Capítulo 3 – Localização e Caracterização da Área em Estudo.....	63
3.1 – Localização da Área em Estudo.....	64
3.1.1 – Caracterização Climática do Estado do Espírito Santo.....	70
3.1.2 – Caracterização Geológico-geomorfológica.....	74
3.1.3 – Uso e Ocupação da Terra no Município de Linhares.....	83

Capítulo 4 – Procedimentos Técnico-Operacionais.....	100
4.1 – A Importância do SIG em Ecologia da Paisagem.....	102
4.2 – Seleção dos Satélites e das Imagens .....	103
4.3 – A aplicação de Métricas de Paisagem.....	107
4.4 – <i>Softwares</i> Utilizados na Pesquisa.....	108
4.4.1 – Spring.....	108
4.4.2 – Fragstats.....	111
Capítulo 5 – Integração e Discussão dos Dados Levantados.....	115
5.1 – Selecionando a Matriz e Classificando as Manchas.....	116
5.2 – Métricas da Paisagem Geradas no Fragstats.....	135
Capítulo 6 – Considerações Finais.....	157
Referências Bibliográficas.....	161
ANEXO 1 – Mapa de Classificação das Manchas - 1985	
ANEXO 2 - Mapa de Classificação das Manchas - 2014	

A semente caiu em terra boa e deu fruto.

Visitais a nossa terra com as chuvas,  
e transborda de fartura.  
Rios de Deus que vem do céu derramam águas  
e preparaís o nosso trigo.

É assim que preparaís a nossa terra:  
vós a regais e aplanais,  
os seus sulcos com a chuva amoleceis  
e abençoaís as sementeiras.

O ano todo coroaís com vossos dons,  
os vossos passos são fecundos;  
transborda a fartura onde passaís,  
brotam pastos no deserto.

As colinas se enfeitam de alegria  
e os campos, de rebanho;  
nossos vales se revestem de trigaís:  
tudo canta de alegria!

(*Salmo 64 (65)*)

## Capítulo 1 – Apresentação

## 1.1 – Introdução

A fragmentação da Mata Atlântica resultou na transformação da paisagem, tornando mais difícil a conservação da biodiversidade do bioma das Florestas Intertropicais, no qual está inserida no contexto global de distribuição de vegetação.

Nos últimos cinco séculos grandes extensões da paisagem natural da Terra sofreram alterações significativas em decorrência do processo de fragmentação dos habitats. A cobertura vegetal natural foi quase totalmente substituída por diversos tipos de usos, tais como, cultivos, pastagens, silvicultura, mineração, industrialização, urbanização, dentre outros. As mudanças econômicas e sociais continuam a pressionar a redução da cobertura vegetal da paisagem em todo o mundo.

Nesse sentido, Ponting (1995, p.125) afirma que:

*A adoção da agricultura, juntamente com suas duas maiores consequências – as comunidades assentadas e uma população continuamente crescente – submeteram o meio ambiente a uma tensão constante. Essa tensão foi logo localizada, mas, da mesma forma que a agricultura, espalhou-se, e o mesmo aconteceu com seus efeitos. Algumas regiões como o ecossistema da floresta temperada do norte e a Europa oriental, com suas temperaturas moderadas, nível pluviométrico adequado e solos ricos, puderam suportar relativamente bem essa tensão. Mas outras áreas, cujos ecossistemas eram facilmente danificados e que apresentavam uma maior densidade populacional, começaram a ser afetadas logo nos primeiros mil anos da adoção da agricultura e de um modo de vida sedentário.*

A fragmentação e a perda dos sistemas naturais decorrentes das ações “desenvolvimentistas” têm resultado em sérios problemas ambientais relacionados às mudanças climáticas global, regional e local (ACHARD et al., 2002; van LAVIEREN et al., 2012; apud ENGLE, SZYMKOWIAK, 2012). Essa fragmentação tem provocado também a descontinuidade de bens e serviços naturais oferecidos gratuitamente à sociedade, além da perda de habitats e da perda da biodiversidade.

No Brasil, este processo de degradação colocou em risco não apenas o patrimônio natural, como também um valioso legado histórico, onde diversas comunidades tradicionais que constituem parte importante da identidade cultural do país convivem com os maiores polos industriais e silviculturais do Brasil (Costa, 1999).

Turner et al., (1994) destacam que pelo menos metade da superfície terrestre livre de gelo, já foi alterada por variados usos da terra e a quantidade de água utilizada anualmente para uso humano, chega a ¼ da média anual em relação ao total dos recursos hídricos existentes, e ainda



ressaltam que, a quantidade de metano na troposfera já dobrou, o nível de dióxido de carbono aumentou 25% a partir do período pré-industrial até os dias atuais.

Segundo esses autores, as causas dessas mudanças têm como origens fundamentais o aumento das atividades industriais, com seus fluxos de energias e a produção de material resultante da transformação, extração e usos dos recursos naturais e também a mudança do uso e da cobertura da terra no planeta. Todas as atividades antrópicas são de grande interesse econômico, sem se preocupar com a extensão espacial necessária, resultando no consumo excessivo dos recursos naturais, alterando a cobertura vegetal em toda a Terra, do ponto de vista de uma escala global.

Dessa forma, uma grande pressão tem ocorrido, sob a perspectiva da ocupação das áreas de florestas primárias. Em consequência dessa pressão, vários são os reflexos bem com a redução significativa da base de recursos genéticos (biodiversidade) da biosfera (HAINES-YONG et al., 1993; SOARES FILHO 1998), alteração do clima global, pela emissão de CO<sup>2</sup> e água (TURNER et al., 1994) e pela mudança do albedo na Terra (TURNER et al., 1994). Significativos impactos poderão também serem sentidos em decorrência da degradação do solo, alteração dos regimes hídricos e aumento do fluxo de sedimentos (TURNER et al., 1994).

Outra questão urgente é a urbanização que ocorre em grandes extensões de várias áreas do planeta, do ponto de vista da ausência do planejamento territorial e muitas vezes ocupando áreas indevidas, como margens de estuários na zona costeira. A população urbana mundial multiplicou-se por dez em números absolutos, no século XX. Em 1900 a proporção da população humana teve um crescimento de 14% para aproximadamente 50%, ou seja três bilhões de pessoas em 2000 (ROSEN, 2000; BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2006). De acordo com BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2006 apud ANTROP et al., 2000) a estimativa de crescimento da população urbana mundial é chegar a cerca de 4,8 bilhões em 2025.

Segundo Souza (1996), o espaço para o desenvolvimento urbano não é apenas um “dado” sem maior relevância e sim um elemento fundamental da análise. Duas são as razões desse fundamento, a primeira não se trata exatamente da escala geográfica ou a qualificação do desenvolvimento determinadas por vieses epistemológicos, disciplinares, apenas com influências teóricas, mas sim um tipo espacial determinando “o espaço urbano”. A segunda razão está associada ao fato de que o desenvolvimento urbano foi tradicionalmente influenciado por profissionais afeiçoados ao planejamento da produção e intervenção sobre o espaço, conhecidos por urbanistas.

A evolução histórica do processo de ocupação do território brasileiro registra o uso intensivo da terra, com soluções imediatistas, desde a exploração do cultivo da cana-de-açúcar, a partir de meados do século XVI, à exploração do ouro e diamantes no estado de Minas Gerais no século

XVIII, que são reflexos da intensidade produtiva e exploratória derivada de uma postura capitalista primitiva (GIRÃO; CORREA, 2004). As atividades ligadas ao setor primário da economia, bem como a agricultura e a pecuária, foram as principais responsáveis pela utilização de grandes áreas necessárias para tais manejos, iniciando assim a retirada da cobertura vegetal nativa, alterando toda relação entre as plantas e os solos por elas protegidos.

A cobertura vegetal de grande parte do mundo já foi significativamente impactada, e algumas já foram praticamente extintas enquanto biomas<sup>1</sup>, como por exemplo, o bioma das Florestas Temperadas, cuja vegetação foi suprimida para dar lugar às maiores cidades nessas latitudes. Da mesma forma, as florestas tropicais sucumbem, dia após dia, visivelmente, e pouca coisa se faz visando a manutenção das florestas em pé.

No Brasil, a colonização europeia que se iniciou no século XVI pela zona costeira e, posteriormente, o desenvolvimento de cidades nessa faixa, foi responsável pela degradação da maior parte do Domínio da Mata Atlântica que a cobria. Segundo Ab'Saber (1990, p.2) *"ainda se recobre de mistérios como o pau-brasil (Caesalpinia echinata) chegou quase à extinção em função da sua exploração pelos colonizadores, que partiam para a metrópole com os porões de suas embarcações abarrotados com a madeira que deu nome ao Brasil."*

De acordo com Barbosa (2006) a devastação da Mata Atlântica é um reflexo direto da exploração desordenada de seus recursos naturais, principalmente madeireiros, e da ocupação de sua área por grandes metrópoles. O autor afirma que a região que era originalmente coberta pela Mata Atlântica, historicamente foi fonte de produtos agrícolas e nos dias atuais abriga polos industriais, portos de grande envergadura, silvicultura, agricultura, pecuária e comporta diversos aglomerados urbanos. Cerca de 70% da população brasileira se concentra neste Bioma.

Nesse sentido, enquanto características ambientais, a costa brasileira passou por um modelo de exploração e exploração de seus recursos naturais, desde o primeiro ciclo econômico experimentado pelo Brasil, iniciado pela exploração do pau-brasil, seguido pela introdução da cana-de-açúcar, que deixou marcas indeléveis no território brasileiro, trazendo consigo a pecuária como força motriz para os engenhos e posteriormente, para o fornecimento de carne e couro.

Estes ciclos econômicos vivenciados pelo Brasil, associados à agricultura, à mineração e à cafeicultura, posteriormente, transformaram a paisagem natural em uma paisagem completamente nova, cujo desmatamento ocasionou a fragmentação da Mata Atlântica.

---

<sup>1</sup> Biomas: considera-se como bioma uma área do espaço geográfico com dimensões até superiores a 1 milhão de quilômetros quadrados, representada por um tipo uniforme de ambiente, identificado e classificado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (formação), o solo e a altitude, os principais elementos que caracterizam os diversos ambientes continentais (COUTINHO, 2006).

A Mata Atlântica, na época do descobrimento, era a segunda maior formação florestal da América do Sul. No território brasileiro estendia-se do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, com faixas de larguras variáveis, chegando a alcançar as áreas interiores. Considerado o ambiente mais rico em biodiversidade abrigando mais de 50% do total de espécies nas terras emersas do planeta (MYERS et al.2000).

Apesar de apresentar elevado índice de desmatamento, a Mata Atlântica apresenta maior biodiversidade em espécies arbóreas por hectares do planeta um alto índice de endemismo de plantas vasculares e vertebrados (excluindo os Peixes). A tabela 1 a seguir, apresenta os Grupos Taxonômicos, Total de Espécies, Espécies Endêmicas.

Tabela 1 – Diversidade, Endemismo por grupos de seres vivos, na Mata Atlântica.

MATA ATLANTICA NO ESPIRITO SANTO		
Grupo Taxonômico	Total Espécies	Espécies Endêmicas
Plantas vasculares	20.000	8000
Mamíferos	250	55
Aves	1020	188
Répteis	197	60
Anfíbios	340	90
Peixes	350	133

Fonte: Universidade Federal da Bahia, 2005 (reproduzido com modificações de MMA, 2000).

Segundo Costa (1997), em função da pressão sobre esta formação florestal, restou apenas 4% de sua área original, com formações primitivas localizadas principalmente em regiões serranas devido à dificuldade de alcance para o uso da terra e para o corte de madeira em decorrência ao acentuado declive. Segundo o mesmo autor, também sobraram 4% de formações secundárias de Mata Atlântica, que tem um importante papel para a proteção da sua biodiversidade. Destacando ainda que esses remanescentes originais estão em sua maior parte fragmentados em pequenas “ilhas”. Por esses motivos e pelo alto grau de endemismo a Mata Atlântica é considerada como uma das principais florestas tropicais mais ameaçadas de extinção e considerada pela ONU e Associações internacionais o 6º “*hot-spots*” (centros de altíssima biodiversidade em que a extensão original foi reduzida) entre os identificados no planeta.

A Mata Atlântica é também um suporte e sustento para um grande número de culturas de subsistências, tais como os grupos indígenas, ibéricos e africanos. Esses grupos são formados por pescadores tradicionais, com grande conhecimento e intimidade com a natureza de forma a serem considerados de extrema importância, devido a tradição e modos de apropriação de

terras, bem como folclores deslumbrantes. Entretanto, essas culturas vêm sofrendo uma constante pressão por especuladores interessados em suas terras (COSTA, 1997).

Segundo a WWF-Brasil<sup>2</sup> (2004), mesmo reduzida e fragmentada, a Mata Atlântica exerce influência direta na vida de cerca de 80% da população do país: nas cidades, áreas rurais, comunidades caiçaras ou indígenas, protege o clima, regula o fluxo dos mananciais, a fertilidade do solo, a proteção de encostas, entre tantas outras funções.

O Decreto Federal nº 750/93, dispõe sobre o corte, exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançados e médio de regeneração e da Mata Atlântica estabelece que: considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no Domínio Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejo, interioranos e encaves Florestais da Região Nordeste.

Na década de 1930, a aplicação da lei para a conservação da Mata Atlântica, pelo primeiro Código Florestal Brasileiro (1934), em especial aquelas localizadas ao longo dos rios e das nascentes, das áreas de maior declividade e das situadas acima de 1800m de altitude, foi de grande importância para conter as aceleradas interferências. Nessa mesma década, passou a vigorar o sistema brasileiro de áreas protegidas, com a criação de alguns poucos parques nacionais. Porém, nos vinte anos seguintes nenhum outro parque foi criado. A política ambiental preservacionista de década de 30 foi colocada em segundo plano nas décadas de 1940 e 50, quando foram concentrados esforços na industrialização e no “desenvolvimento” acelerado.

Em 1965 a Lei 4.771 elaborada para a revisão do Código Florestal Brasileiro (Decreto nº 23.793/34), estabeleceu-se criação de Áreas de Preservação Permanente e a criação de áreas de Reserva Legal, contribuindo para controlar o uso e a ocupação da terra no que se refere aos recursos florestais, resguardando os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade (ANTUNES, 2013).

Em 1967, após a criação do novo código florestal brasileiro foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que tinha a missão de formular a política florestal no país e adotar as medidas necessárias à utilização racional, à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis. A década de 1970 se inicia com a realização da Conferência de Estocolmo de 1972, onde o Brasil defendia a ideia de que o melhor instrumento para combater a poluição era o desenvolvimento econômico e social.

---

<sup>2</sup> WWF-Brasil – Word Wildlife Fund (Fundo Mundial para Natureza), uma organização não governamental brasileira dedicada à conservação da natureza.

Em 1981, foi instituído o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, tendo como competência estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA, contribuindo de maneira efetiva para o planejamento do desenvolvimento dos territórios, o Zoneamento Econômico Ecológico e como um dos instrumentos de política ambiental a “avaliação de impactos ambientais”. Visando uma forma a melhor acompanhamento das instalações degradadoras, a resolução Nº1/1986 cria a obrigação do licenciamento, com a elaboração dos Estudos e Relatórios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA).

Em 1992, foi criado o Ministério de Meio Ambiente, órgão que passa a ter como missão formular a Política Nacional de Meio Ambiente no Brasil, com isso se inicia o avanço na estrutura dos órgãos ambientais de Estado e também nas discussões sobre a necessidade de implementação de um modelo de desenvolvimento ambiental e socialmente sustentável em escala planetária. Essas discussões deram origem a realização da II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO’92), repercutindo profundamente na política ambiental brasileira.

Após a Rio92, cria-se a Lei de Crimes Ambientais ou Lei da Natureza, Nº 9.605/98, como instrumento que permite agilidade e eficácia nas punições aos infratores do meio ambiente.

O ano de 2000 se inicia com a aprovação da Lei Nº 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC), dividindo as unidades de conservação em Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso sustentável. O SNUC reflete um avanço na política ambiental brasileira considerando que veio fortalecer a perspectiva de uso sustentável dos recursos naturais, das medidas compensatórias e de uma descentralização mais controlada da política ambiental no Brasil.

Ainda em 2000, foi criado o Decreto Nº 3.420 – Programa Nacional de Florestas (PNF), com o objetivo de articular as políticas públicas setoriais para promover o desenvolvimento sustentável, conciliando o uso com a conservação das florestas brasileiras.

Os Corredores Ecológicos, instrumento de gestão territorial atuam com o objetivo específico de promover a conectividade entre fragmentos de áreas naturais. Eles são definidos na Lei Nº 9985/2000 do SNUC:

*[...] porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais.*

A partir do ano 1975, o Brasil, teve uma grande evolução na sua política ambiental, criando instrumentos legais importantes que contribuíram para que as atividades exploratórias dos recursos naturais, sejam melhor monitoradas até os dias de hoje.

O Espírito Santo foi um dos últimos estados a serem desmatados, devido à densa mata tropical existente, conhecida como “Barreira Verde” que, durante o Ciclo do Ouro, funcionou como impedimento para a procura por ouro e pedras preciosas na hinterlândia, sobretudo no estado de Minas Gerais. A vegetação original era basicamente de formação da Mata Atlântica e, segundo Ministério do Meio Ambiente (2006), hoje restam menos de 10% dessa cobertura no Espírito Santo. As causas da supressão da Mata Atlântica no Espírito Santo se deram em função do extrativismo da madeira, do crescimento de lavouras de café, da pecuária, das queimadas, das atividades agrícolas e do crescimento urbano e industrial do estado.

Sobre esse assunto Borgo et al., (1996, p. 61) afirmam o seguinte:

*Em virtude das dificuldades de penetração nas matas, e falta de capital, mas sobretudo porque a fronteira agrícola estava se expandindo, no século passado, com a cultura de café na direção sul-norte [...] sucederam-se tentativas de colonização no norte de Espírito Santo [...]. Isso a despeito da proibição anterior de se fazerem estradas que ligassem o Espírito Santo às Minas Gerais, para evitar o extravio de ouro, que retardou, de muito, o processo colonizador da região.*

É importante salientar, conforme Borgo et al., (1996) que o povoamento incipiente do norte do Espírito Santo se fez sempre por meio de linhas de penetração pelo litoral, tais quais pelos rios Piraquê-Açú, Doce e São Mateus e, na maioria das vezes de forma desorganizada. A penetração da população se deu a partir do sul de Espírito Santo para a fronteira agrícola do norte. De Minas Gerais partiu uma via de penetração para a Serra dos Aimorés, uma das nascentes do rio São Mateus e, finalmente, da Bahia para o norte do Estado.

O Espírito Santo apresenta 11% da sua cobertura vegetal original, de acordo com a SEAMA, da área total de 410.391 ha coberta por vegetação nativa, 113.405ha estão protegidas legalmente por cerca de 75 unidades de conservação, o restante 72% por áreas particulares.

Pode-se observar na tabela 2, a evolução da perda em área de Mata Atlântica no Espírito Santo.

Tabela 2 - Área de Mata Atlântica no Espírito Santo.

MATA ATLÂNTICA NO ESPÍRITO SANTO		
ANO	ÁREA(ha)	%
1500	4.000.000	86,9
1912	2.994.200	65
1958	1.367.910	29,7
1975	920.619	20
1980	627.025	13,6
1985	461.571	10
1990	439.087	9,5
1995	410.391	8,9
2013	482.714	10

Fonte: SOS Mata Atlântica, 1998 e 2013.

O monitoramento da cobertura florestal para o período 1995 a 2000 amplia a escala de mapeamento para 1:50.000, o que permite identificar fragmentos florestais, desmatamentos e áreas em regeneração a partir de 10 ha, enquanto anteriormente somente áreas acima de 25 ha eram possíveis de serem mapeadas. Além dessas alterações metodológicas, o processo de mapeamento passa a incluir a identificação de formações arbóreas sucessionais secundárias em estágio médio e avançado de regeneração, diferindo dos mapeamentos anteriores, nos quais considerava-se como remanescentes florestais apenas as formações arbóreas primárias e aquelas em estágio avançado de regeneração.

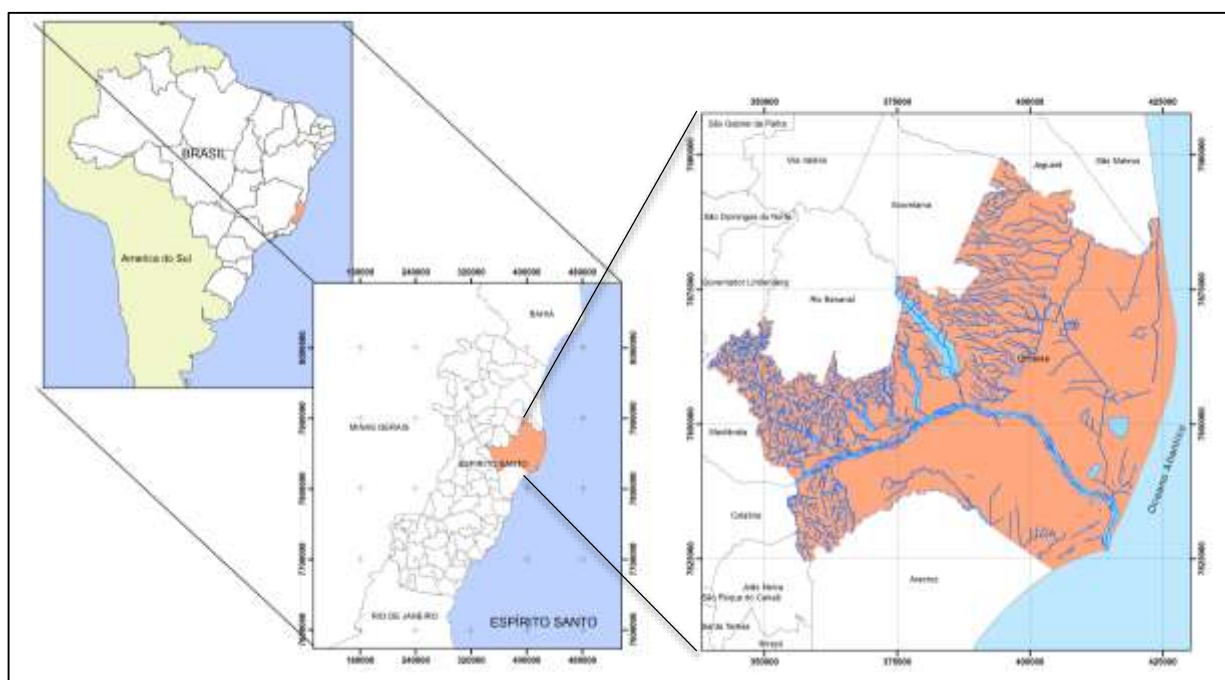
Essas modificações não permitem uma análise comparativa com os estudos realizados pela própria Fundação SOS Mata Atlântica para os períodos anteriores. Por exemplo, os resultados apresentados para o período 1995-2000 indicam uma cobertura florestal nativa para o Espírito Santo na ordem de 30,28%, o que corresponde a 1.398.435 ha, enquanto que os dados de 1995 indicavam 8,9% de remanescentes.

O processo de desmatamento se deu também na década 1950 com a produção de dormentes para as redes ferroviárias, a crise cafeeira e início da industrialização. Antes eram os cafezais que saíam de Colatina para o norte do Espírito Santo chamados “terras largas”, cumprindo o ciclo mata-café-pasto.

O Rio Doce, era um obstáculo geográfico natural, isolando o norte do estado, com a construção da ponte em Colatina no ano de 1928, passou a ser um caminho aberto para a derrubada das

Na mesorregião Litoral Norte Espírito-santense, existem fisionomias muito ameaçadas, devido ao isolamento em pequenas frações e pela pressão das atividades antrópicas, como é o caso da floresta dos tabuleiros, que ao longo do tempo passa por um processo de desmatamento motivado principalmente pela implantação e expansão de atividades como fruticultura, silvicultura e pecuária. Dentre os 13 municípios integrantes dessa mesorregião, o município de Linhares concentra 236.544 ha (38,7% do total de pastagens da mesorregião).

O município de Linhares, recorte que será estudado nessa pesquisa cuja localização pode ser observada na figura 1, teve no período de 1950 a 1970, um crescimento econômico que propiciou a exploração de madeira nativa e a expansão das atividades agrícolas, contribuindo para a substituição de florestas por pastagens e, posteriormente, pela agricultura. Em 1950, 30% do território eram ocupados por diversos tipos de usos, sendo o restante coberto por florestas naturais primárias (BORGIO et. al, 1996).



Fonte: Elaborado pela autora.

Nos últimos anos, Linhares tem alcançado dinamismo na ampliação de indústrias, especialmente de agroindústria e da implantação de novos empreendimentos a partir da descoberta e exploração de jazidas de gás natural em seu território e municípios circunvizinhos. A grande perspectiva de crescimento vem trazendo para o município novos desafios. Entretanto, o que se chama “desenvolvimento”, nos atuais modelos socioeconômicos, traz



consigo uma grande preocupação no que se refere à manutenção dos recursos às gerações futuras, pois, da forma como os mesmos vêm sendo obtidos, pode-se ter uma grande perda a médio prazo.

Dessa forma, o presente trabalho visa, por meio dos pressupostos teórico-metodológicos da Ecologia da Paisagem, em um viés biogeográfico, e das métricas da paisagem, compreender a configuração e a evolução da paisagem do município de Linhares, localizado no centro-norte do Espírito Santo, em dois recortes temporais distintos, sendo o primeiro de 1985 e o segundo, mais atual, de 2013/2014. Tais recortes temporais se justificam a partir do uso das métricas da paisagem, que são melhor visualizadas quando usados dois períodos distintos a fim de entender a evolução da paisagem.

## 1.2 – Objetivos e Justificativas

A paisagem é uma unidade heterogênea, composta por unidades naturais e antrópicas (FORMAN; GODRON, 1986). As estruturas da paisagem podem ser definidas pela sua área, sua forma e sua disposição espacial (TURNER, 1989). Compreender os padrões, as causas e as consequências dessa heterogeneidade espacial do funcionamento dos sistemas é uma investigação da Ecologia da Paisagem em conjunto com a Ecologia (TURNER et al., 2001). A Ecologia da Paisagem tem contribuído para a compreensão das consequências e das causas da heterogeneidade espacial.

A fragmentação florestal pode ser entendida como o grau de ruptura de uma unidade da paisagem que inicialmente era contínua, transformando-se em unidades menores, resultantes de processos naturais ou distúrbios antrópicos (FORMAN; GODRON, 1986; apud METZGER, 2003).

A pesquisa biogeográfica, com ênfase na Ecologia da Paisagem, visa compreender as alterações que ocorreram na paisagem, bem como visa discutir formas de uso e de ocupação menos impactantes para uma determinada área. No caso, a área em estudo é o município de Linhares.

A abordagem conceitual da Ecologia da Paisagem, em um viés biogeográfico, aliada às técnicas de geoprocessamento, possibilitam a abstração de dados quantitativos e qualitativos utilizados na caracterização da estrutura de paisagem.

Como objetivo geral, esta pesquisa visa analisar a evolução da paisagem através do uso das métricas com a interpretação das estruturas, das funções e das mudanças da paisagem, bem como a quantificação dos padrões da paisagem, com base em Forman (1995) e Forman; Godron, (1986). Por meio das técnicas de sensoriamento remoto, serão realizados dois mapeamentos a

partir das imagens de satélite, sendo o mais antigo o de 1985 e o mais recente composto por um mosaico de imagens de satélite dos anos de 2013/2014. Os recortes temporais foram escolhidos visando comparar a evolução da paisagem em intervalos temporais longínquos, pois resultados significantes em Ecologia da Paisagem podem ser melhores observados a partir de diferentes recortes ao longo do tempo. Observações de uso e da ocupação da terra que se fez entre esses dois períodos serão mais perceptíveis do que se o intervalo fosse menor, obviamente consideradas as proporções de como o homem transforma uma paisagem em “um piscar de olhos”.

Ainda sobre o objetivo geral desta pesquisa, busca-se, por meio da análise de suas estruturas espaciais, interpretar e caracterizar as distintas paisagens em suas dimensões temporais e espaciais, para compreender os processos que resultaram nas atuais estruturas.

Foi utilizado o *software Fragstats* para análise da estrutura da paisagem, com base nos resultados da classificação do uso e da ocupação da terra, com os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Caracterizar os elementos individuais, tais como: manchas, corredores e matrizes a partir da classificação do uso e cobertura da terra;
- ✓ Quantificar e qualificar os elementos da paisagem através das métricas de paisagem, tais como a fragmentação, a conectividade, dentre outras;
- ✓ Responder sobre as funções das métricas para evolução da paisagem;
- ✓ Asseverar se a comparação entre apenas dois recortes temporais de uma mesma área [paisagem] são úteis para propor medidas de uso e de ocupação da terra;
- ✓ Propor medidas que contribuam para indicar a conectividade entre os elementos da paisagem visando possibilitar o aumento da biodiversidade, bem como subsidiar as ações de gestão futura, por meio das análises realizadas.

## Capítulo 2 – Fundamentação Teórico-Metodológica

## 2.1 - A Ecologia da Paisagem: Conceitos e Pressupostos Teórico-metodológicos

O termo paisagem, nas línguas românicas, deriva do latim (*pagus* - que significa país), com o sentido de lugar, setor territorial. Dessa forma, derivam outras como *paisaje* (Castelhano), *paysage* (Francês), *paesaggio* (Italiano) e *landscape* (Inglês). As línguas germânicas mostram um claro paralelismo com a palavra original "Land", tais como *Landschaft* (Alemão) e *landschap* (Holandês).

No século XVII o uso do termo *Landschaft* (*landschap*) começou a mudar sob a influência da pintura e da arte no sentido de uma "foto" ou "cenário" (em holandês *stadsgezicht*, *landgezicht*).

Para Schama (1996, p. 20 e 21),

*A própria palavra landscape [paisagem] nos diz muito. Ela entrou na língua inglesa junto com herring [arenque] e bleached linen [linho alvejado], no final do século XVI, procedente da Holanda. E landschap, como sua raiz germânica, Landschaft, significava tanto uma unidade de ocupação humana – uma jurisdição, na verdade – quanto qualquer coisa que pudesse ser o aprazível objeto de uma pintura.*

A referência de paisagem, consta também no "Livro dos Salmos", como poema lírico, escrito a 1000 a.C, pelo Rei Davi. No Livro dos Salmos, a paisagem é uma forma de contemplação à bela vista que se tem da cidade de Jerusalém, destacando os templos, castelos e o palácio do Rei Salomão.

No fim do século XVI e início do XVII, por meio da poesia e pintura, o conceito de "paisagem" faz parte da linguagem cotidiana, exercendo um papel importante. Na Renascença, a pintura da paisagem era a expressão artística na perspectiva central e a descoberta da profundidade e de cenários de acordo com a posição do observador. Em um sentido estético, uma paisagem poderia não ser boa nem ruim, adequada ou não, mas simplesmente apreciada em uma escala de bonita para feia. Ambas as perspectivas, uma baseada na estética limitada e uma neutra, mais útil, coexistiram por volta de dois séculos.



Figura 2 - A Pesca Milagrosa de Konrad Witz, aprox.1444. Pintura renascentista de uma paisagem agrícola como plano de fundo.

Fonte: Haber (2005).

Essas características podem ser observadas em pinturas do alemão-suíço, de Konrad Witz, que nos mostra a paisagem agrícola utilizada na pintura da Renascença, com ordenamento modelar de campos agrícolas estando em primeiro plano a composição de árvores, pequenas florestas e a forma do relevo (Figura 2). Uma cena ajustada ao que aparentemente se entende como paisagem. A compreensão da paisagem na linguagem popular, por meio da pintura da paisagem, concedeu um avanço na geografia alemã, como objeto de teoria científica.

Muito antes da Geografia reconhecer a paisagem como objeto de estudo, essa palavra era muito utilizada cotidianamente. Já em 1807, Alexander von Humboldt definiu a "paisagem" cientificamente, como "caráter total de uma região da Terra". Esse conceito geográfico-científico introduzido no início do século XIX, por Humboldt, fez com que ele fosse considerado como o grande pioneiro da geografia física e, segundo Naveh; Liberman (1989), Humboldt tinha uma preocupação principalmente com as características físicas do meio-ambiente, sem negligenciar a presença do homem.

Humboldt deu uma grande contribuição para as novas explicações e representações sobre a natureza, com destaque da paisagem em suas obras: Geografia Plana (1803), os Quadros da Natureza (1808) e o Cosmos, com cinco volumes publicados entre 1845 a 1862. Humboldt desenvolveu e revelou a concepção geográfica de paisagem e geosfera como categorias de organização natural da superfície da Terra (VONEI; VITTE, 2009, p.3): "*Ele contribuiu para o*

*pensamento humanista e, especialmente a um pensamento ecológico e geofísico, sendo uma parte muito importante da geografia e da ciência moderna.”* O seu trabalho empírico e seu método particular, deram grande contribuição para a ciência; as que mais se destacam são as observações científicas e as ideias sobre a natureza, com o anúncio sobre a paisagem e estética, publicada pela primeira vez em suas obras “Aspectos da Natureza” e “Narrativa Pessoal das Viagens para as Regiões equinociais do Novo Mundo” e que, mais tarde, foram apresentadas em “O Cosmos” (BUNKSÉ, 1981, p.131).

Para Alexander von Humboldt a relação entre conceito de paisagem e técnica de cartografia se conectam. Em seus trabalhos ele defende que, utilizar a paisagem nascida da estética nas artes, inova a forma de se ver a superfície terrestre. Através dessa fusão entre a cartografia e a arte, houve uma grande contribuição para a elaboração do conceito de paisagem para a geografia.

A contribuição de Alexander von Humboldt não fica restrita a descrever suas experiências ou a uma única área do conhecimento, ela se estende para além da arte pictórica, da história natural, da geografia e da geofísica. Pois ele buscava entender a concepção do funcionamento da natureza como um todo, e a paisagem entra para delimitar esse todo.

Nasce a ideia, a partir das concepções de Humboldt:

*[...] de que existe uma harmonia na ordem natural e que a natureza manifesta-se diferenciada na superfície terrestre em função de como ocorre entre os seus elementos.”*  
(VONEI; VITTE, 2009, p. 83).

A evolução do estudo de paisagem, teve uma grande contribuição e influência da escola geográfica da ex-União Soviética. Naveh; Liberman 1989 (apud SOARES FILHO, 1998) defendem que, no decorrer do desenvolver das ciências da terra no Ocidente, para caracterizar as feições fisiográficas, geológicas e geomorfológicas da Terra, utilizou-se o termo Paisagem, como sinônimo de forma de relevo. A ex-União Soviética, ao contrário, realizou estudos intensos, a fim de conhecer as características do seu território, com uma interpretação mais abrangente do conceito de paisagem, incluindo os fenômenos orgânicos e inorgânicos, denominando o estudo como Geografia da Paisagem (NAVEH; LIBERMAN, 1989 apud SOARES FILHO, 1998).

O termo Ecologia de Paisagem foi cunhado em 1939 pelo biogeógrafo alemão Carl Troll. Troll convocou os geógrafos e ecologistas a trabalharem juntos de forma a gerar uma nova ciência, com objetivo de unificar os princípios da vida e da Terra.

Para Troll, o estudo da paisagem, seria uma forma de integrar com uma entidade espacial e visual, a geosfera, um sistema total na superfície da Terra ou paisagem global. Dentro da geosfera, diversas seriam as sub-esferas ou atributos da terra, sendo eles a biosfera (plantas e

vida animal e suas influências) e a noosfera (humanos e sua influência cultural e espiritual, etc.) – a esfera da consciência humana.

Por exemplo, Carl Troll introduziu o termo *Landschaftsökologie*, originalmente como uma subdisciplina de *Landschaftskunde* (ciência da paisagem), significando “o estudo do aspecto funcional de toda uma região do sistema correlativo de relações”, descrito, alternativamente, como o sistema de terra na superfície da Terra. Logo, ele usou o termo no sentido original, como uma região incluindo seus aspectos mais superficiais como formato ou até mesmo estético, mas ele não se concentrou nestes itens.

Troll afirmava que, enquanto a visão geográfica da paisagem seria mais horizontalizada e abrangeria os processos e padrões nas escalas de organização realizada pelo homem, a visão ecológica teria uma visão mais verticalizada, e se preocuparia mais com a relação entre os seres vivos e seus fluxos de matéria e energia. As duas visões, juntas, para Troll, enriqueceria tanto a Geografia quanto a Ecologia, trabalhando em função do ordenamento espacial.

Durante os séculos XVIII e XIX, muitos cientistas desenvolviam a base para o que viria a ser a ciência da Ecologia (FORMAN; GODRON, 1986). Haeckel introduziu o termo ecologia, em 1866, que originalmente significa “conhecimento da casa” (MARGALEF, 2005), como uma ciência irmã da economia, que é, literalmente, “a gestão da casa” (ZONNEVELD, 1995 apud BOTEQUILHA, LEITÃO, 2006).

A Ecologia da Paisagem tem como enfoque principal estudar a organização da paisagem, sua heterogeneidade espacial, os padrões e os processos ecológicos, buscando compreender a dinâmica da mesma, bem como os efeitos positivos e/ou negativos das atividades humanas como um fator de organização da paisagem.

De acordo com Venturi (2004), o século XIX marcou a transformação do conceito de paisagem, com os naturalistas alemães dando um significado científico, transformando em conceito geográfico (*landschaft*) o qual derivou em paisagem natural (*naturlandschaft*) e paisagem cultural (*Kulturlandschaft*).

A partir do século XX, várias escolas de geografia passaram a desenvolver alguns novos conceitos sobre o termo Paisagem, tais como os propostos por Sotchava (1972); Bertrand (1967); Zonneveld (1972, 1979), dentre outros, cada um com a visão própria, desenvolvendo suas bases fundamentais.

Entender a complexidade dos sistemas dinâmicos que compõem a natureza ou melhor, a paisagem, com toda a sua dinâmica de evolução e transformação aplicada pela sociedade ao longo dos anos, constitui-se em um grande desafio (GUERRA; MARÇAL, 2010).

Segundo Guerra; Marçal (2010) a paisagem corresponde ao entendimento total do ambiente, correspondendo ao entendimento dos estudos ambientais de forma integrada embasado no conceito teórico-metodológico. A identificação de uma unidade ambiental ou unidade de paisagem, com suas intervenções sofridas ao longo dos anos pela sociedade, permite aplicar os métodos e técnicas, indispensáveis a sua análise, a sua identificação, a sua classificação, ao seu diagnóstico e ao seu prognóstico.

Vale ressaltar que a Ecologia da Paisagem tem duas escolas, a europeia e a americana. A abordagem da geografia europeia pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1939 tem a influência da geografia humana, biogeografia, arquitetura, planejamento da ocupação e ordenamento territorial, estudos das paisagens culturais, como ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (NAVEH; LIBERMAN, 1993).

Na escola europeia a Ecologia da Paisagem é considerada como uma das bases científicas para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem.

Além dos atributos naturais da bioecologia clássica, a Ecologia da Paisagem tem tentado incluir as áreas nas quais o ser humano é o centro da questão – na sociopsicologia, na economia, na geografia e na cultura (NAVEH; LIBERMAN, 1993). Sobre isso, NAVEH; LIBERMAN, (1993, p.3) afirmam que:

*Quando o homem se emancipou da natureza e embarcou em sua revolução psicológica, ele começou a construir para ele mesmo um espaço conceitual no qual ele é o senhor absoluto da sua mente, bem como dos seus sentimentos, das suas imaginações e entendimentos, percepção e concepção. O homem é o único animal na terra que desenvolveu completamente tal espaço conceitual. [...]. Jantsch estabeleceu que, em adição ao espaço social e físico, "também há o espaço espiritual, no qual detém a relação do homem com o numinoso<sup>3</sup>; sua busca por objetivos, direção e significado; suas invenções culturais a partir dos valores da religião, a partir da arte, da filosofia e da ciência." É por causa do impacto deste espaço espiritual no espaço físico, no qual nós vivemos – isto é, nossa paisagem cultural – que essas paisagens contêm mais do que parâmetros mensuráveis e quantificáveis, no qual as dimensões espaço-tempo são expressas [Tradução nossa].*

A abordagem ecológica americana, tem a influência da ecologia de ecossistemas, modelagem e análise espacial, com foco nos sistemas naturais e na conservação da biodiversidade; estudos dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos, sobretudo das áreas de conservação e sobre as espécies em extinção.

---

<sup>3</sup>Adjetivo do latim numen + oso, segundo a filosofia da religião de Rudolf Otto, aplica-se ao estado religioso da alma inspirado pelas qualidades transcendentais da divindade. Otto entende como a característica essencial e exclusiva da religião "e sem ele, a religião perderia as suas características." (Rudolf Otto, 1985).



Enquanto a escola europeia inclui o ser humano em todos os estudos, a escola norte-americana tende a excluir o homem das análises da paisagem. Para Forman (1995), a ênfase das pesquisas em Ecologia da Paisagem está direcionada aos processos naturais (relevo, clima, solo, água, fogo, planta e animal) e não aos aspectos das ciências sociais e das humanidades.

Em 1980, surge uma Ecologia de Paisagem mais influenciada por biogeógrafos e ecólogos, com a aplicação da teoria de Biogeografia Insular (MACARTHUR; WILSON, 1967) para planejamento de reservas naturais. Essa nova visão da ecologia se deu com o surgimento das modelagens espaciais que, nas décadas de 1970 e 1980 com o advento das imagens de satélite, proporcionaram a utilização de tratamento e análise geoestatística proporcionada pelos computadores, dando ênfase nas unidades naturais da paisagem. A aplicação de conceito de Ecologia da Paisagem para a conservação da diversidade biológica e para o manejo dos recursos naturais era visível.

No Brasil os estudos da paisagem, sob o viés da Ecologia da Paisagem foram, em grande parte, iniciados por Metzger em 1996, cuja definição de paisagem por ele defendida é de que *"a paisagem é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação."* (METZGER, 2001, p.2).

Para Metzger (2001, p.5), *"[...] o ponto central da Ecologia da Paisagem é o reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem: o funcionamento de uma unidade depende das interações que ela mantém com as unidades vizinhas."*

Segundo a ótica da Ecologia da Paisagem, impulsionada principalmente pelo alemão Carl Troll, sob forte influência da Biogeografia, uma das definições de paisagem é considerá-la como a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem.

A paisagem passa a constituir um objeto de estudo na Geografia Física a partir da visão de dois grandes geógrafos, sendo eles Sotchava (1977; 1978) e Bertrand (1971), pelas escolas russa e francesa, respectivamente. A teoria geossistêmica apresentada por ambos geram um enfoque singular que propõe a hierarquia da paisagem, levando em conta os elementos bióticos, abióticos e, no caso de Bertrand, o elemento antrópico. Tais visões são amplamente discutidas até hoje pelos geógrafos e apresentam um paralelo com a Ecologia da Paisagem.

Para Christofolletti (1999), a paisagem constitui-se no campo de investigação da Geografia, onde se permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

A ciência da paisagem corresponde ao encontro entre a ecologia e a geografia, e o geossistema será a projeção do ecossistema no espaço sobre o substrato abiótico (CRUZ, 1985).

Uma das perspectivas de Troll (1939), com a tentativa de aproximar-se do conceito e da metodologia, é a dimensão espacial dos processos ecológicos, através de uma visão geográfica e de uma visão ecológica. Relações verticais (topológicas) são consideradas em conjunto com as relações horizontais (corológicas) entre os ecossistemas que compõem a paisagem, conforme se apreende a partir do fluxograma da Figura 3.

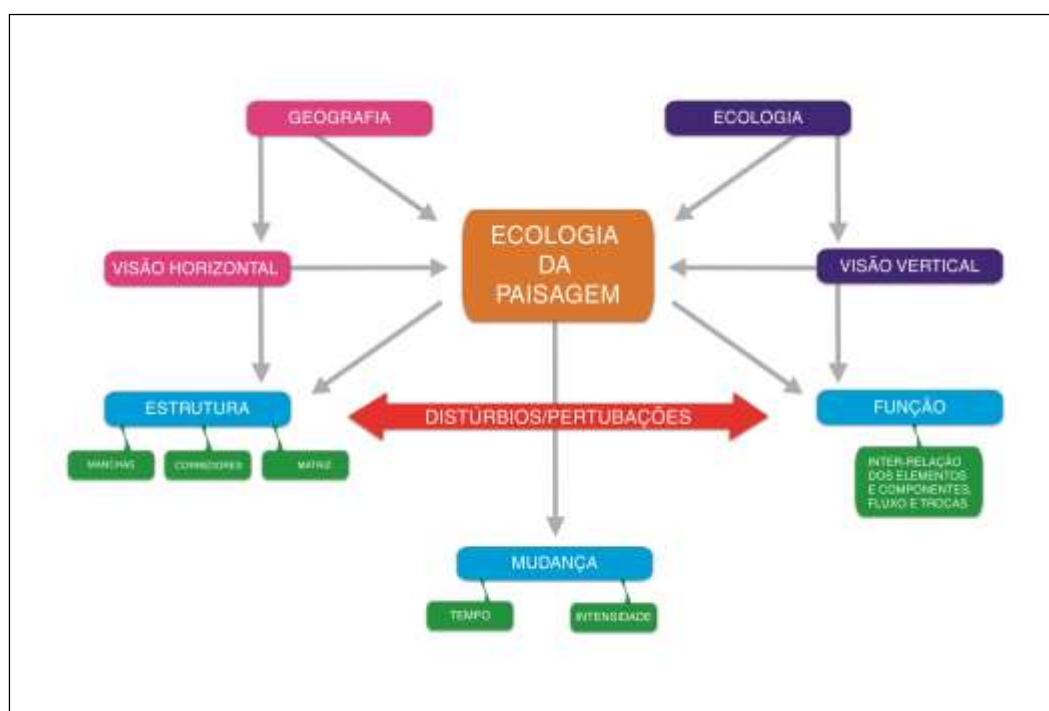


Figura 3 – Esquema ilustrativo da influência da Geografia e da Ecologia na formulação da Ecologia da Paisagem.  
Fonte: Carvalho, (2012).

A Ecologia da Paisagem oferece em primeira perspectiva, evidência teórica e empírica que permite aos cientistas e planejadores entenderem e compararem diferentes configurações espaciais dos tipos de cobertura da terra (Forman, 1995), e permite aos planejadores antecipar e gerir as consequências ecológicas de um plano.

Em uma segunda perspectiva fundamental está o foco de uma ecologia humana, e a sua aplicação em planejamento e gestão. Em Ecologia da Paisagem, as atividades humanas são consideradas partes dos ecossistemas.

A terceira perspectiva é fundamentalmente adotar a paisagem como a principal unidade de estudo. Juntamente com uma abordagem holística sistêmica, onde a Ecologia da Paisagem fornece uma análise integrada das complexas paisagens, feitas/transformadas pelo homem que estão rapidamente se tornando dominantes em todo o mundo.

Dentro da diversidade conceitual em que se encontra o termo, Georges Bertrand (1971, p.2), geógrafo francês, afirma que:

*A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.*

Observa-se que Bertrand (op.cit.) não privilegia nem a esfera natural nem a esfera humana na paisagem, demonstrando certa facilidade de ver a paisagem de forma integrada. No entendimento de que sociedade e natureza estão relacionadas entre si formando uma só “entidade” de um mesmo espaço geográfico.

Essa colocação ressalta que o homem é quem se destaca como o sujeito de ação na natureza onde, pela capacidade de transformação, ele projeta duas possíveis formas de natureza, uma anterior e outra posterior à apropriação humana, favorecendo o fluxo histórico entre ambas.

## 2.2 – As Unidades Componentes da Estrutura da Paisagem

A Ecologia da Paisagem consiste na análise funcional do conteúdo paisagístico e na resolução das múltiplas e recíprocas relações existentes entre os fragmentos da superfície terrestre.

Forman; Godron (1986) definem que a evolução da paisagem é resultado de três mecanismos em diferentes escalas temporais: geológico-geomorfológico, ocorrendo durante um longo tempo, padrões de colonização de organismos desenvolvidos em uma escala média de tempo, sendo várias vezes por perturbações em ecossistemas locais.

Por meio de ordenação específica dos elementos de estrutura, originam-se padrões característicos. Para descrição desses padrões, Forman, (1995); Turner et al., (1989), Naveh; Lieberman (1993), dentre outros, utilizam-se do conceito de *mosaico de manchas*.

Uma paisagem com elementos que representam a sua estrutura de forma específica, resulta de certo padrão de mancha, denominado nas referências na língua inglesa como *patchinnes* ou *patterness*.

A análise de uma paisagem, quer seja natural, modificada ou rural, leva em conta o reconhecimento, as diferentes escalas dos elementos da paisagem e a forma como aparecem, como manchas de “retalhos” [mosaico], variando de tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de borda, conforme pode ser observado na Figura 4.

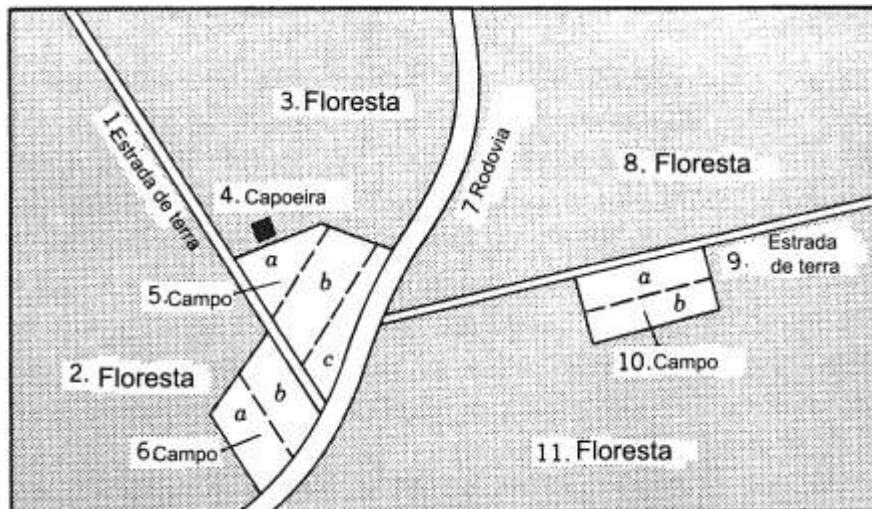


Figura 4 – Diferentes tipos de manchas e corredores compondo uma paisagem cuja matriz<sup>4</sup> é a floresta.  
Fonte: Forman; Godron (1986).

Os três elementos espaciais que estruturam uma paisagem são **matriz**, **manchas** e **corredores** (Figuras 5, 6 e 7). Eles formam mosaicos que são responsáveis pela diversidade de paisagens, apresentando modelos espaciais com diferentes componentes (FORMAN; GODRON, 1986).

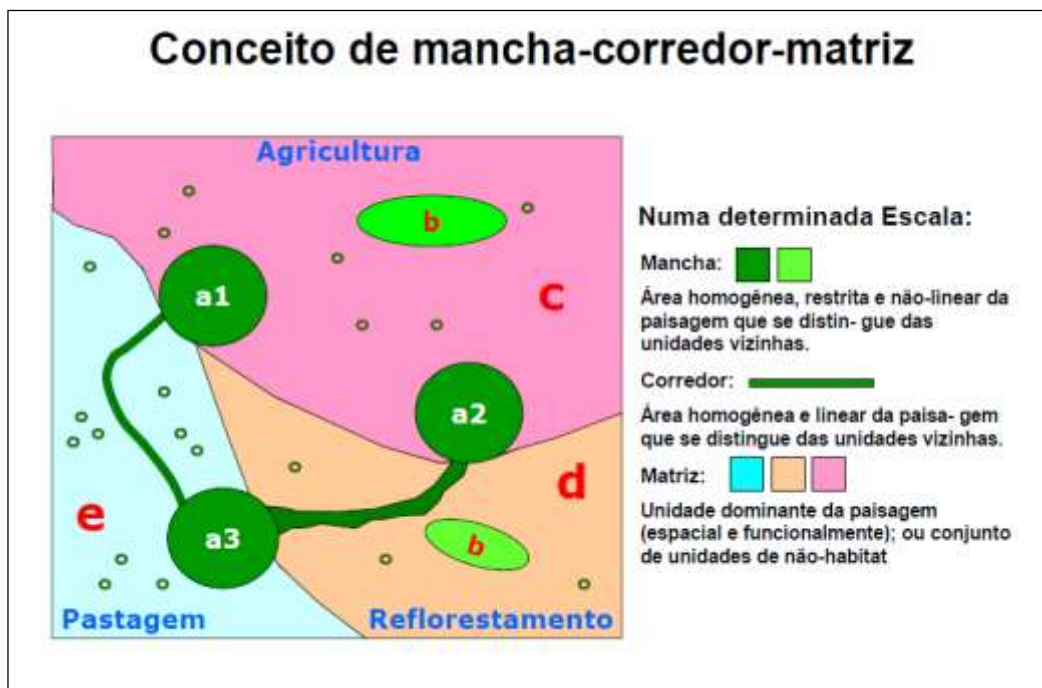


Figura 5 - Representação gráfica dos conceitos de mancha, corredor e matriz.  
Fonte: Tambosi, (2010).

<sup>4</sup> O conceito de matriz será discutido posteriormente.



Figura 6 – Representação real de uma matriz do município de Linhares, onde podem ser visualizados manchas e corredores de diferentes naturezas.

Fonte: Google Earth™ (2014).

Organizado pela autora.

Para Forman; Godron (1986), a matriz é uma categoria principal de elementos da paisagem (junto com a mancha e os corredores), que exhibe, pelo menos, seis importantes características estruturais. Existem *três* critérios para determinar a matriz: (a) ela possui uma área relativa maior que qualquer outra mancha dentro dela; (b) ela é a parte mais conectada da paisagem; e (c) ela representa um papel predominante na dinâmica da paisagem. O tipo de elemento da paisagem que claramente predomina na área total é a matriz. Se nenhum tipo for predominante, o grau de conectividade, junto com a área relativa, determina a matriz. Se nenhum tipo de elemento da paisagem é claramente predominante, o papel relativo na dinâmica geral da paisagem determina a matriz.

A matriz pode variar de baixa a alta porosidade, desprezando do seu grau de conectividade. Os elementos dos limites externos da matriz são, frequentemente, mais convexos que côncavos, e o formato do limite é um indicador útil da expansão ou contração dos elementos da paisagem. O papel de uma rede na paisagem está refletido nos tipos de interseções presentes, no padrão reticulado dos corredores e no tamanho da malha dos elementos da paisagem circundados. A estrutura da maioria das redes é determinada amplamente por influências humanas, embora uma rede de riacho determinada pela erosão seja uma exceção bem distribuída.

Para examinar a heterogeneidade da matriz, deve-se determinar o nível de resolução desejado e escolher um método de medição que possua o grau de fineza. Observar os elementos da

paisagem presentes nos segmentos de uma linha contínua é um método simples para avaliar a heterogeneidade da matriz.

Para os ecologistas da paisagem e para os geógrafos, o uso e a cobertura da terra são características principais da paisagem a ser estudada. O paradigma central é a interação contínua entre padrões formados pelas manchas do uso e da cobertura da terra e os processos que definem o funcionamento da paisagem (FORMAN; GODRON 1986).

Para Farina (1998), a estrutura de uma paisagem consiste em dois aspectos de fundamental importância a **composição da Paisagem** (utilizando-se de índice para medir a importância de cada tipo de mancha, quantificando a sua qualidade e a quantidade de elementos) e a **configuração da paisagem** (indicador da distribuição física das manchas no mosaico, para entendimento do seu isolamento, forma, dimensão distância de outras manchas, complexidade das margens).

Alguns termos são utilizados na análise de Ecologia de Paisagem, os quais valem ressaltar o seu significado, para melhor entendimento dessa análise.

#### ➤ **MATRIZ**

Para Forman; Godron (1986), a matriz é a unidade mais extensa da paisagem, a mais conectada com as manchas presentes nela e, além disso, exerce maior controle na dinâmica da paisagem, podendo originar por sua vez a paisagem futura. É o tipo de cobertura da terra dominante, em termos de área, o grau de conectividade, continuidade e controle que é exercida sobre a dinâmica da paisagem, sendo muito importante para essa dinâmica (FORMAN, 1995).

A predominância de uma matriz nem sempre se torna de fácil identificação, devido a diversidade de elementos existente em uma paisagem, entretanto mesmo que se tenha a presença de vários tipos de manchas, a matriz será sempre predominante na paisagem e suas características influenciarão a maior parte dos elementos da paisagem.

Forman; Godron (1986) propõem que seja feito o estudo da frequência dos elementos da paisagem, afirmando ser possível essa identificação. Garantindo, assim, a comprovação científica da tipologia da matriz ou de dificuldade de identificação por simples observação.

Essa comprovação científica através da frequência dos elementos, se dá através do método de identificação da frequência absoluta e relativa dos elementos que aparecem na paisagem, possibilitando saber qual o elemento predominante, o qual será eleito como matriz.

O conhecimento da área e perímetro é um critério relevante para a identificação da matriz é através da comparação desses tamanhos, em relação às demais formas da paisagem, que se pode fornecer resposta à busca pela definição da matriz. Importante lembrar que esse é um dado relativo, se esse não for comparado às demais medidas, não pode fornecer informações qualitativas úteis. Forman; Godron (op.cit.) chamam esse valor de “área relativa”.

Dessa forma, por sua definição não ser fácil, e ser subjetiva, Forman (1995), orienta que se siga os seguintes critérios para eleger uma matriz:

- ✓ **Área relativa** – quando um tipo de elemento da paisagem é consideravelmente mais extenso que os outros, considera-se a matriz;
- ✓ **Conectividade** – a matriz é o elemento mais conectado com os tipos de manchas restantes;
- ✓ **Controle sobre a dominância** – a matriz exerce um maior controle na dinâmica da paisagem à paisagem futura.

#### ➤ MANCHAS

São áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e têm extensões espaciais reduzidas, quando comparada à matriz.

As manchas em uma paisagem normalmente representam ecossistemas compostos por comunidade de plantas e animais. Todavia, algumas manchas podem não apresentar nenhum tipo de vida, como em caso de rochas, solos, pavimentos e edificações.

Na literatura de Forman; Godron (1986), as manchas são definidas como uma superfície de área não linear, definindo a aparência do seu entorno. As manchas podem variar extensivamente no tamanho, na forma, no tipo, na heterogeneidade e nos aspectos de bordas. Podemos ter manchas com formas complicadas e excepcionais em uma paisagem, como também formas simples em formatos conhecidos como círculos, espirais, estrelas, formas comuns que resultam em curvas da natureza.

Segundo Carvalho (2013):

*As manchas se apresentam como uma superfície de área e perímetro mensuráveis que se diferem fisionomicamente de suas adjacências. As manchas, ou seja, essas áreas heterogêneas em relação ao seu entorno na paisagem, podem ter diferentes origens e por isso podem ser classificadas separadamente. [...]. Todos os elementos da paisagem podem se alterar ao longo do tempo. Manchas podem desaparecer, se multiplicar ou serem substituídas por outros tipos de manchas. Por exemplo, numa área desmatada, na qual se*



*formou uma clareira que caracteriza uma mancha na paisagem, respeitado o tempo de sucessão ecológica, muito provavelmente deixará de existir e a cobertura vegetal voltar a ser contínua. Ecologicamente, esse retorno à condição mais próxima possível da inicial é denominada turnover.*

As formas das manchas são de grande importância e apresentam um conceito mais rico em relação ao tamanho, pelo fato das formas apresentarem conformação muito variada. No entanto as inúmeras formas de uma paisagem afetam os movimentos ecológicos e seus fluxos. Os animais selvagens podem utilizar-se das margens envoltas de acordo com a forma de uma mancha, assim também a forma da mancha pode contribuir para o sucesso reprodutivo de uma árvore. Uma reserva natural por exemplo, seria ideal uma forma arredondada ou também grandes lóbulos.

Algumas pesquisas realizadas por Forman; Godron (1986), mostraram que em áreas de planície as manchas são mais compactas, ou seja, mais alongadas, com contornos mais suaves; em áreas de vale e com moderada declividade as manchas são mais alongadas, com formatos mais complicados, apresentando uma maior variabilidade. Diferenciar as manchas naturais e introduzidas pelo homem é possível através de observação das formas e dos contornos distintos. As manchas naturais são curvilíneas, enquanto as manchas criadas pelos humanos, são retilíneas, embora existam algumas manchas naturais que apresentem essas características como por exemplo algumas falhas geológicas, trilhas de vertebrados, processos decorrentes de ventos, águas e fluxo glacial. As manchas curvilíneas são criadas pelas tecnologias modernas, que ocasionalmente produzem essas formas através das irrigações de pivô-central, aragem de contorno. Observa-se nesse sentido, na Figura 7 diferentes tipos de manchas, conforme Forman (1995).

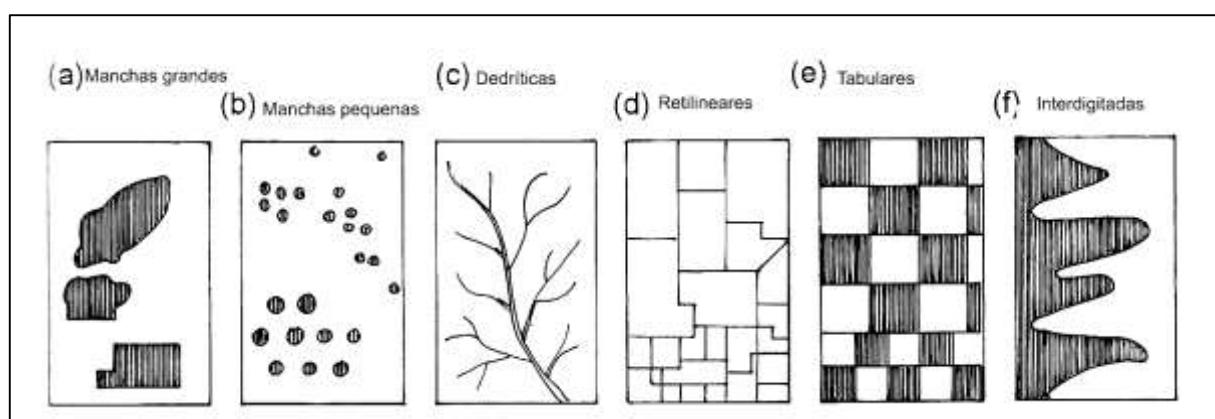


Figura 7 – Seis tipos de paisagens baseados nos padrões espaciais predominantes.  
Fonte: Forman (1995 – Modificado pela autora).



As manchas são classificadas em quatro categorias (Tabela 3) baseadas em suas origens ou mecanismos, são elas: manchas remanescentes, manchas de distúrbio ou perturbação, mancha de recursos ambiental e manchas introduzidas.

Tabela 3 - Tipos diversos de mancha segundo Forman; Godron (1986), a partir de imagens do Google Earth, todas do município de Linhares.

Tipos de manchas	Representação dos tipos de manchas no município de Linhares	
<p><b>Manchas Remanescentes</b> - pode se tratar de local onde sofreu alguma perturbação quando estabilizado tem condições de sucessão vegetal tornando-se uma matriz florestal; ocorrem em locais onde se encontram as manchas de vegetação, com remanescentes florestais. Essas manchas podem também estar inseridas em manchas de distúrbio.</p>		
<p><b>Mancha de Distúrbio ou Perturbação</b> – origina-se de perturbações que venham a ocorrer em pequenas áreas na matriz de uma paisagem, ou por um evento que cause uma mudança significativa no padrão de uma ecossistema ou paisagem (FORMAN; GODRON, 1986). A causa pode ser de várias origens, seja natural (espontânea), que na visão americana ocorrem por catástrofes como por exemplo tempestades de vento, deslizamento de neve, incêndio natural, praga de insetos ou por ações antrópicas, como desmatamento, alguma prática de uso da terra, etc.</p>		
<p><b>Manchas de Recursos Ambiental ou Natural</b> – sua origem está relacionada a heterogeneidade dos recursos naturais, associada a paisagem em estado original, regiões com pouca interferência do homem, trata-se de área com pouca interferência. Nesse caso tem-se na floresta uma mancha de recurso natural.</p>		
<p><b>Manchas Introduzidas</b> – são manchas planejadas e inseridas pelo homem, incluindo campos agrícolas ou áreas verdes, áreas construídas. Esse tipo de mancha pode ser considerado também como manchas de distúrbio ou com distúrbios crônicos.</p>		

Fonte: Organizado pela autora.

Estes quatro tipos de manchas citados e exemplificados acima são os principais componentes estruturais das paisagens. Entretanto, há de se reconhecer que as manchas de organismos podem ser consideradas em vários outros contextos.

Para Forman; Godron (1986, p.11), esse tipo de mancha é chamado de efêmera e:

*É comum ver agregações transitórias [migrações sazonais em massa] de espécies na natureza [...], como uma inflorescência anual no deserto, uma área arbustiva em uma sucessão de campo para floresta, uma comunidade no espaço de uma árvore caída em uma floresta, ou mamíferos alimentando-se no entardecer em volta de um buraco de lama na savana. **Manchas efêmeras**, como essas, são causadas por interações sociais, ou por flutuações normais e de curto prazo nos fatores ambientais. Isto é, os níveis de mudança ambiental, biótica ou abiótica, são frequentes e de tão baixa intensidade, que as espécies têm se adaptado a elas. (Mudanças ambientais incomuns ou severas são consideradas perturbações, as quais em retorno causam manchas de perturbação e remanescente.) Mancha efêmera com turnover rápidos, como um conjunto de arbustos de bagas em uma floresta ou um pequeno bando de pássaros em um campo, parece ser mais proeminente, em níveis mais refinados da escala, do que a paisagem [...].*

Forman; Godron (1986) afirmam que uma mesma mancha pode ser classificada com mais de um tipo, no qual ao mesmo tempo em que essas manchas são remanescentes de uma vegetação que outrora ali se desenvolvia.

É válido discutir sobre as amplas formas que as manchas se apresentam na paisagem, desde aquelas em ambientes secos, perpassando por outras em paisagens agrícolas e também as urbanas. Para Forman (1995) o número infinito de formas na terra é redutível a um número limitado de formas mais comuns. Para o autor três variáveis podem diferenciar as formas: (1) criadas naturalmente X criadas pelo homem (curvilínea ou ameboide X geométrica); (2) compactas X alongadas (Razão comprimento : largura); (3) arredondadas X convolutas (maior número de lóbulos presentes).

Diferenciar as formas de manchas criadas pelo homem daquelas criadas naturalmente é usualmente simples, em função de suas bordas, pois geralmente as bordas das manchas naturais são arredondadas, enquanto as manchas antrópicas são retilíneas. Isso pode ser visto na Figura 8.

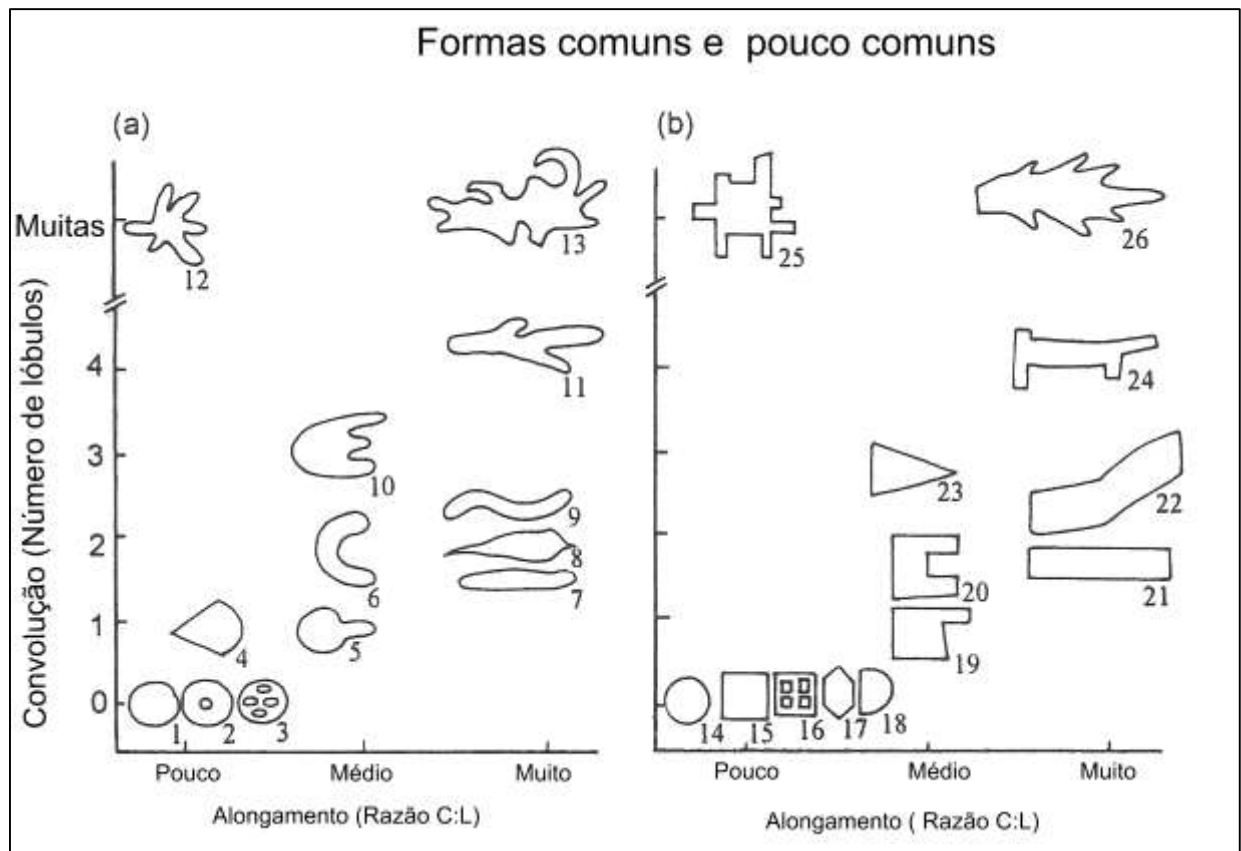


Figura 8 – Formas das manchas em paisagens arranjadas pela origem e pela forma. (a) Manchas naturais de 1 a 13 (curvilíneas ou ameboides). (b) Manchas criadas pelo homem de 14 a 26 (geométricas). Alongamento e convulsão são considerados os principais elementos das formas.

Fonte: Forman, (1995), modificado pela autora.

Segundo Forman (op.cit), o *alongamento* da forma é efetivamente mensurado pela razão comprimento: largura, isto é, as dimensões do rectângulo estreito que inscreve ou apenas encerra uma mancha. O alongamento geralmente resulta de um processo unidirecional, por exemplo, um rio meandrante ou o movimento de um trator num terreno plano.

A *convulsão* das manchas é ilimitada em variedade. Uma medida operacionalmente simples de convulsão é contar o número de grandes lóbulos presentes. Convulsão provavelmente resulta da heterogeneidade espacial ou temporal nos processos de controle. Assim, uma mancha com muitos lóbulos pode resultar da velocidade do vento e mudanças de direção durante um grande incêndio ou da retirada de madeiras nas áreas de intersecção de fazendas com objetivos agrícolas.

## ➤ CORREDORES

São áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e que apresentam disposição espacial linear. Em estudos de fragmentação, considera-se corredor apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados. Um corredor é definido como uma área linear de um determinado tipo de cobertura de terra, que é diferente em conteúdo e estrutura física do seu contexto (FORMAN, 1995).

Os corredores são também considerados em estruturas lineares que servem como transporte, bem como ferrovias, rodovias, vias com objetivos econômicos, visando diretamente a movimentação de pessoas e bens, através da paisagem, distribuição de energia e encanamento de gás.

Segundo Seignobos 1978 apud FORMAN; GODRON, 1986), os corredores tiveram utilidades para defesa em tempos de guerra, por ser um período onde houve muitos desmatamentos, tornando os campos sem proteção, foi necessário construir paredes de pedra com rochas retiradas dos campos. Os quebra-ventos também foram construídos para reduzir a dissecação da colheita e a perda de solo para o vento. Cercas e arbustos espinhosos [sebes], foram criados com o objetivo de manter o rebanho dentro ou fora de um campo. Barreiras como função de delimitar propriedades, para protegê-la e/ou garantir a privacidade também são exemplos de corredores. Os corredores dos córregos, ou mata ciliar, protegem contra excesso de água, sedimento e fluxos de nutrientes minerais.

Segundo Forman (1995) a natureza cria corredores em forma de rios, cordões e trilha animais. Já os corredores criados pelo homem são estradas, linhas de transmissão de energia, valas, trilhas, dentre outros. Como diferir esses dois tipos diferentes? Os naturais são curvilíneos até o homem retificá-los. Os corredores naturais são, geralmente, contínuos, até o homem sobrepor linhas e criem lacunas sobre eles. Corredores antrópicos são geralmente estreitos e caro de se manter, são pensados para proteção, porém, eles podem fornecer também recursos, como a conservação de várias espécies nongame<sup>5</sup>.

Forman; Godron (1986), citam corredores como faixas que diferem de seus arredores, permeia a terra. Para eles os corredores de vegetação contribuem de forma significativa para alguns objetivos da sociedade, onde eles agrupam em 6 (seis) categorias. Primeiro: os corredores fornecem proteção da biodiversidade incluindo habitats importantes, de espécies raras e ameaçadas de extinção, espécies de grande alcance e rotas para recolonização. Segundo:

---

<sup>5</sup> Animais nongame são aqueles que não podem ser tradicionalmente caçados, pescados ou capturados para alimentação ou esporte, pois são domesticados ou protegidos por lei locais ou estatuto do governo do EUA.

corredores melhoram gestão de recursos hídricos, tais como controle de enchentes, controle de sedimentação, a capacidade do reservatório, a água potável, a população de peixe sustentável e pesca. Terceiro: corredor linear pode aumentar a produção agroflorestal, agindo como quebra-ventos para colheitas e gado, controlando a erosão do solo, fornecendo madeira e no combate à desertificação. Quarta: recreação nos corredores inclui gestão do jogo, conservação da vida selvagem para a natureza, prazer, caminhadas, ciclismo, canoagem e esqui. Em quinto lugar, comunidade e coesão cultural pode ser reforçada com cinturões verdes, fornecer corredores de fauna que cruzam estradas que simultaneamente inibem faixas (fita), o desenvolvimento ao longo de uma estrada, e funcionam como barreiras topográficas regionais que melhoram a diversidade cultural. Sexto: corredores fornecem rotas de dispersão para espécies isoladas em reservas naturais e faixa costeira.

Ainda de acordo com Forman; Godron (1986, p.3) os mesmos afirmam que, sobre os corredores,

*[...] quase todas as paisagens são divididas e ao mesmo tempo unidas por um corredor [...]. Essa propriedade dual e um tanto oposta caracteriza o papel mais importantes dos corredores em uma paisagem (Forman, 1983; Forman e Godron, 1984). Tal papel é bastante conhecido nos campos dos transportes e das comunicações, por que trajetos, ferrovias e linhas de energia unem áreas diferentes, e nos estudos de água e agricultura, por que sebes e corredores de córregos formam barreiras entre as áreas. Mesmo que os corredores são de importância central em uma escala de disciplinas, de economia ao estudo visual da paisagem, nosso foco é em seu papel ecológico.*

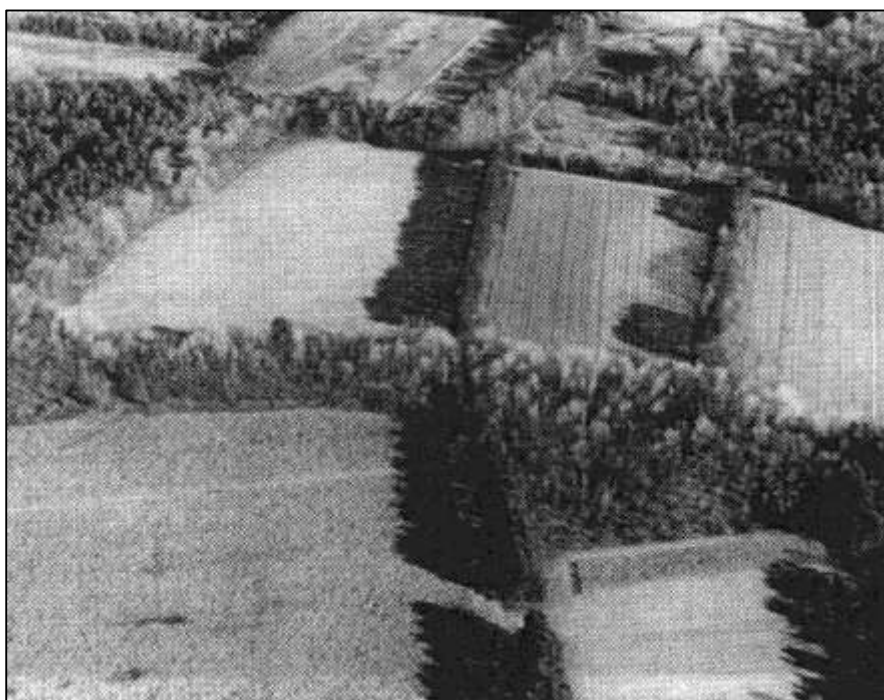


Figura 9 - Largos corredores florestados e estreitos corredores de sebe conectando nós florestais. O nó ao centro do primeiro plano está conectado a cinco corredores; uma quebra distinta é evidente no corredor de primeiro plano. Norte do estado de Nova York. (R. Forman.).

Pelo menos sete tipos de corredores em linha foram estudados ecologicamente: estradas (incluindo acostamentos ou margens), ferrovias, diques, valas, linhas de energia (linhas de transmissão), sebes e faixas arbóreas ou arbustiva para o gerenciamento da vida selvagem. Aparentemente nenhuma espécie é completamente restrita aos corredores em linha. O ambiente e espécies do corredor em linha são altamente afetados pelas condições na matriz adjacente, como o vento, atividades humanas e as espécies e solos presentes

Uma das características mais proeminentes nas paisagens de temperaturas úmidas é a sebe, um corredor em linha limitando um pasto ou um campo cultivado. Agricultura e sebe aparentemente se desenvolveram juntas e hoje coexistem sobre 10% da superfície de nosso planeta.

Estudos precoces reconheceram as sebes como parte da agricultura ou do gerenciamento da vida selvagem (Section d'Agriculture de l'Institut de France, 1822; DICKERMAN, 1869; POWELL, 1900; FERGUNSON, 1916; ALEXANDER, 1932; RICHARDS, 1928; BATES, 1937; PETRIDES, 1942; HEWES; JUNG, 1981 apud FORMAN; GODRON, 1986).

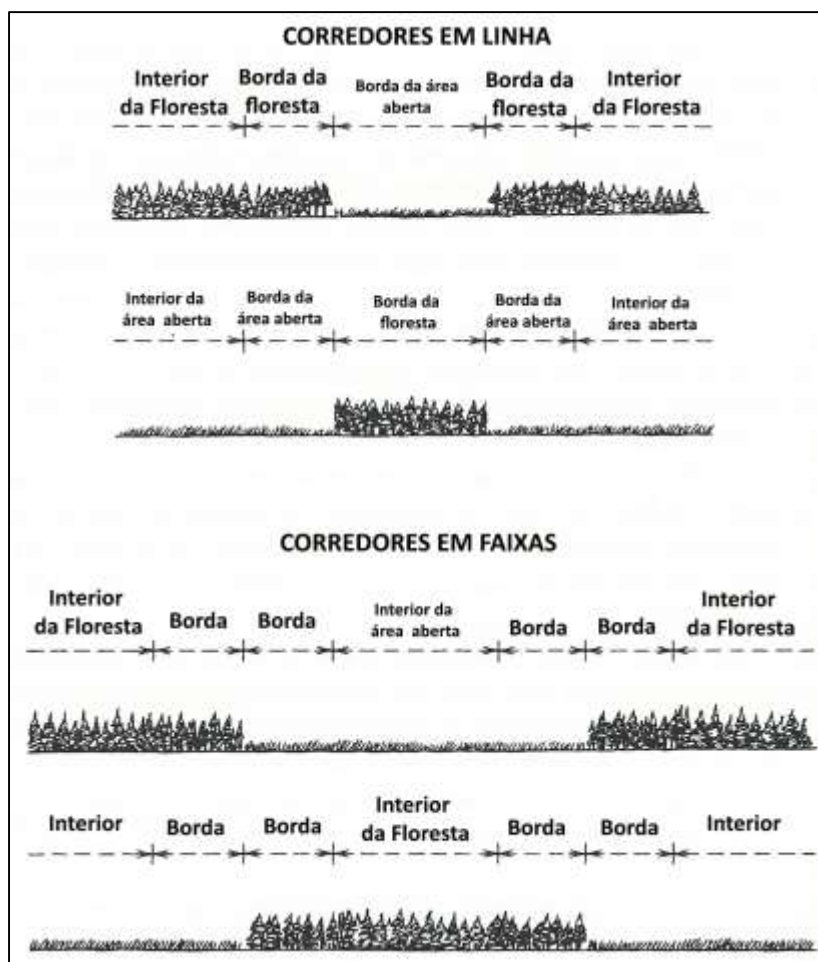


Figura 10 - Comparação de corredores em linha e corredores de faixas. De Forman (1995). (Cortesia do Ekologia CSSR.)

Podemos observar na tabela 4, os tipos de manchas existentes na área em estudo, de forma a melhor representar suas feições.

Tabela 4 - Tipos diversos de mancha segundo Forman; Godron (1986), a partir de imagens do Google Earth, todas do município de Linhares.

Tipos de corredores	Representação dos tipos de corredores no município de Linhares
<p><b>Corredores Remanescente</b> - resultam dos distúrbios na matriz do entorno. Então, uma faixa de árvores deixada de um desmatamento na floresta ou uma faixa de pradaria nativa ao longo de uma ferrovia que corre por uma terra cultivada, são ambos remanescentes da vegetação extensa antiga (FORMAN; GODRON, 1986).</p>	
<p><b>Corredor de Perturbação ou Distúrbio</b> - resultam de distúrbios em uma faixa, por exemplo, em operações lineares para o corte de lenha, ferrovias, e linhas de energia. (FORMAN; GODRON, 1986).</p>	
<p><b>Corredor de Recurso Ambiental ou Natural</b> - resultam da distribuição linear heterogênea dos recursos ambientais pelo espaço. Corredores de córregos ou trajetos de animais ao longo de cumes estreitos são exemplos. (FORMAN; GODRON, 1986).</p>	



**Corredor Introduzido** - Corredores plantados como os quebra-ventos, rodovias, pontes, através áreas suburbanas, ou muitas sebes baixas e espinhosas, resultam da implantação pelo homem. (FORMAN; GODRON, 1986).



Fonte: Organizado pela autora.

## 2.3 – Planejamento da Paisagem

O planejamento para paisagens sustentáveis envolve a conservação dos recursos naturais. Esta forma de planejamento sustentável também tenta desempenhar funções dos padrões espaciais de uso e de cobertura da terra para tratar certos tipos de componentes ecológicos, sociais e econômicos de uma paisagem.

O planejamento busca aperfeiçoar a distribuição dos usos da terra em um espaço limitado (VAN LIER, 1998b). Pode-se dizer em outras palavras, que o objetivo do planejamento é:

*[...] organizar funções e espaço, de tal maneira que se mostra a melhor relação mútua, ou para desenvolver potenciais humanos e naturais numa estrutura espacial, de tal maneira, que ali possam desenvolver da melhor forma possível (BUCHWALD; ENGELHARDT 1980, apud JONGMAN, 2002, p.217).*

Em um planejamento, múltiplas atividade são abordadas ao longo de uma paisagem simulada, levando em consideração três principais recursos paisagísticos: os recursos abióticos que incluem: água, recursos minerais e solo; os recursos bióticos que incluem a flora (por ex. florestas, pradarias, cerrados) e por último os recursos culturais, que levam em conta os lugares onde as pessoas vivem e trabalham, as redes de comunicação, a recreação e os valores humanos mais intangíveis, como a beleza cênica e preservação da diversidade cultural humana, como por exemplo, lugares sagrados, algumas paisagens culturais e edifícios e sítios históricos.

No início dos anos 1990 essas abordagens tradicionais para a gestão dos recursos naturais foram consideradas insuficientes para atingir o objetivo da sustentabilidade. No planejamento, como na ciência contemporânea, ocorreu uma mudança de paradigma para uma visão mais ampla, com o desenvolvimento humano (CAPRA, 1996; BOTEQUILHA, LEITÃO 2001; NAVEH, 2001; AHERN 2002). Por esse motivo as atividades do planejamento passam a ser abordadas de



maneira mais integradas, levando em conta o planejamento dos recursos minerais, dos recursos hídricos, do planejamento da paisagem, da recreação, do planejamento urbano, dos transportes, do planejamento e da gestão de bacias, além da gestão dos ecossistemas e do planejamento da conservação (Figura 10).

Para Wu; Hobbs (2009,p.281 e 283),

*para promover a sinergia e a unificação em campos extremamente heterogêneos da ecologia da paisagem, nós argumentamos que a transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade deveria ser interpretada em uma visão hierárquica e plural. Hierarquia aqui se refere aos níveis multidisciplinares de organização, escalas espaço temporais e graus de interações transdisciplinares bem como a relatividade da definição de disciplina. Como um todo, a Ecologia da Paisagem é um ciência integrativa que consiste nos estudos com diferentes graus de integração interdisciplinar e transdisciplinar.*

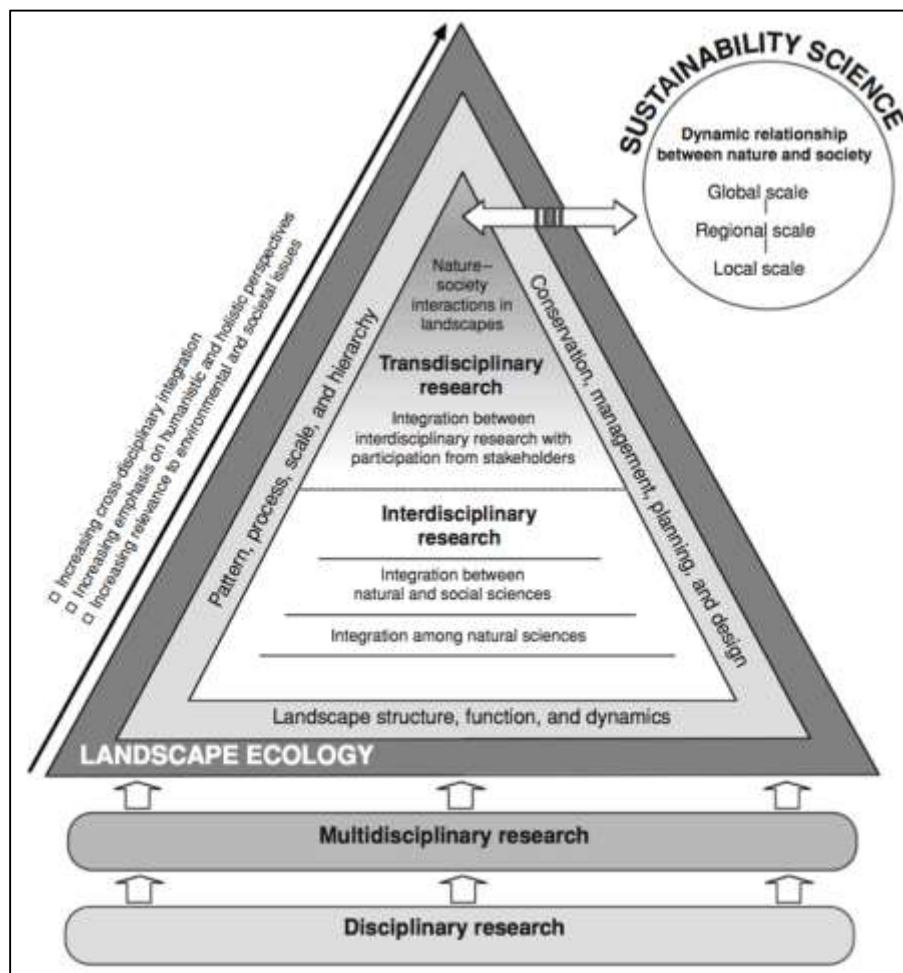


Figura 11 – Uma visão hierárquica e pluralista da Ecologia da Paisagem como uma ciência transdisciplinar, composta de pesquisa com vários graus de integração a partir de estudos envolvendo as ciências naturais (bio-ecologia e geografia física) e as ciências sociais e as partes interessadas (stakeholders). (Baseada em Tress et al., 2005).

O planejamento da paisagem e o manejo dos ecossistemas compartilham objetivos e ferramentas semelhantes (BOTEQUILHA, LEITÃO; AHERN, 2002). No entanto, o primeiro, referente ao ordenamento do território, é tipicamente humano-orientado, e o último é originário do manejo dos recursos naturais. Na última década temos visto a crescente integração dos valores ecológicos no planejamento e na gestão de ambos os recursos naturais e habitat humano.

Esta convergência, em torno de uma consciência ambiental, em conjunto com o planejamento mais abrangente, reduziu a diferença entre paisagem como planejamento ecológico e gestão de ecossistemas. Eles se fundem em um corpo comum de teoria e metas identificadas sob a ideia de planejamento do uso sustentável da terra (NAVEH E LIEBERMAN, 1989; BOTEQUILHA, LEITÃO, 2001; BOTEQUILHA, LEITÃO E AHERN, 2002). Ambos incorporam novos paradigmas, tais como a avaliação de cenários alternativos futuros, gestão e monitoramento de adaptação e métodos colaborativos para permitir a participação dos cidadãos no processo de planejamento (BOTEQUILHA, LEITÃO, 2006; HULSE et al., 1997; THEOBALD et al., 2000; BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2001; HULSE et al., 2002).

O planejamento de recursos minerais tem evoluído no sentido de uma abordagem mais integrada baseada no conceito de um geossistema (PEREIRA, 2000; MUGE, 2001; BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2001).

Uma das razões para o planejamento incorporar a ciência é para ser mais replicável, sistemática e consistente. Isso daria transparência ao processo de planejamento, e contribuiria para uma aceitação mais ampla das recomendações de planejamento pelo público. As ciências da engenharia, bem como a agricultura e a silvicultura têm uma longa tradição de aplicação de métodos e padrões científicos quantitativos com uma vasta gama de aceitação (MÜSSNER; PLACHTER, 2002 apud BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2006). Embora muitas vezes proveniente de um foco de lazer, planejamento verde também combina planejamento para objetivos culturais e naturais (AHERN, 2002).

A razão pela qual os planejadores lutam para que o planejamento seja incorporado à ciência é a necessidade de se tornar mais sistemática e consistente, de forma a dar mais transparência ao processo de planejamento.

A agricultura e silvicultura, pertencentes às ciências da engenharia, tem uma tradição antiga de aplicar métodos científicos quantitativos; assim seria uma forma de fornecer uma linguagem comum e uma melhoria no diálogo entre os planejadores e setores que, no geral, não aplicam os métodos quantitativos e qualitativos.

No entanto, a algum tempo os planejadores tem aplicado técnicas quantitativas, através de estatísticas de padrão espacial, incluindo métricas de paisagem, como ferramentas quantitativas de grande importância no apoio de princípios ecológicos para o planejamento, de forma mais rigorosa (BOTEQUILHA, LEITÃO, 2001). As métricas da paisagem podem ser ferramentas de planejamento valiosas que fornecem uma rica fonte de informação objetiva, quantitativa e replicável (MÜSSNER; PLACHTER, 2002 apud BOTEQUILHA, LEITÃO et al., 2006).

Um papel importante das métricas de paisagem é fornecer indicadores para a tomada de decisão e planejamento, que reflete algumas das importantes relações de processos padrão dentro da paisagem (OPDAM, 1997; VERBOOM, 2001).

A fim de reger a mudança da paisagem, os planejadores, sejam geógrafos ou não, deve estar ciente das características que são susceptíveis de alteração. Para detectar essas alterações, as medições destes fatores devem ser realizadas antes, durante e após a mudança ter ocorrido. Os planejadores podem acompanhar melhor e entender as consequências de suas ações sobre a paisagem através da utilização de muitas das ferramentas de medição disponíveis a partir de Ecologia da Paisagem. Para Botequilha Leitão et al., (2006, p.3),

*[...] a Ecologia da Paisagem oferece ferramentas conceituais e analíticas úteis, particularmente as métricas da paisagem, para preencher uma lacuna entre o planejamento e perspectiva ecológica da paisagem de como poderá ajudar a relacionar funções paisagem, fluxos e processos para elementos estruturais da paisagem, como referência para os três recursos selecionado: abióticos, bióticos e cultural, esses recursos tem sido abordados em três setores principais: planejamento e gestão de bacias hidrográficas, o planejamento da conservação e planejamento urbano e de lazer. [Tradução nossa].*

Análise de padrões de paisagem - *Landscape Pattern Analysis* -, é uma parte importante da paisagem em pesquisa ecológica para as duas últimas décadas (ROMME, 1982; O'NEILL et al., 1988; TURNER, 1989, 1990; TURNER; GARDNER, 1991; PICKETT; CADENASSO, 1995, GUSTAFSON, 1998; WU; HOBBS, 2002).

O principal objetivo é vincular os padrões espaciais de processos ecológicos em diferentes escalas. A importância da *Landscape Pattern Analysis* está nas necessidades como: (1) monitorar, quantificar e projetar a mudança de uma determinada paisagem, (2) e comparar os padrões de contraste entre as diferentes paisagens, e (3) ajudar a compreender os profundos processos e padrões observados, de forma a proporcionar uma melhor compreensão da dinâmica da paisagem (TURNER et al., 2001; WU, 2004).

Dessa forma, o uso correto e eficiente de métodos da *Landscape Pattern Analysis* é de primordial importância para o desenvolvimento da Ecologia da Paisagem. Um princípio fundamental na

Ecologia da Paisagem é que os padrões espaciais de paisagens não só afetam, mas também são afetados por processos ecológicos (TURNER, 1989; PICKETT; CADENASSO, 1995). É importante compreender o padrão espacial em estrutura, funcionamento e dinâmica de paisagens.

Qualquer arranjo espacial é resultado de um processo ou processos, em alguma circunstância no tempo. Por exemplo, o número de tipos de manchas de habitat pode indicar o nível de diversidade de recursos, a proporção pode determinar o domínio (ou falta) de recursos críticos, a distribuição espacial dos recursos pode afetar a dispersão de espécies e a eficiência de forrageamento; forma mancha, habitat irregular pode significar grande efeitos de borda, mudanças no contraste vizinho poderá determinar a magnitude dos efeitos de borda e a permeabilidade das fronteiras aos fluxos de matéria e organismos biológicos; conectividade de manchas de habitat pode influenciar a taxa de sucesso das espécies de dispersão e da propagação de doenças, e anisotropia no padrão espacial pode estar relacionada com influências de fatores topográficos ou edáficas, ou diferenças entre os processos subjacentes em diferentes direções.

## 2.4 – A Importância da Escala na Ecologia da Paisagem

A importância da escala foi reconhecida pela Ecologia na década de 1980, através do desenvolvimento de estruturas conceituais focadas em escala, levando os ecologistas a pensarem muito sobre os padrões e processos que são importantes considerar em diferentes escalas espaciais e temporais.

Ecologia da Paisagem é motivada por uma necessidade de compreender o desenvolvimento e a dinâmica do padrão de fenômenos ecológicos, o papel da perturbação nos ecossistemas, em escalas espaciais e temporais características de eventos ecológicos (URBAN et al., 2001). A Ecologia da Paisagem enfatiza, ainda escalas espaciais amplas e efeitos ecológicos da padronização espacial dos ecossistemas (TURNER, 1989).

Em Ecologia da Paisagem, dois principais aspectos se destacam. O **primeiro** aspecto é abordar a importância da configuração espacial dos processos ecológicos, o **segundo** aspecto muitas vezes se concentra em escalas espaciais que são muito maiores do que aquelas tradicionalmente estudadas em ecologia, dessa forma, a Ecologia da Paisagem aborda vários tipos de dinâmica ecológica em grandes áreas.

Estudos ecológicos, muitas vezes tentaram alcançar um conhecimento prévio sobre um determinado tipo de sistema, como um pântano de sal ou floresta, sem levar em conta seu

tamanho ou posição em um mosaico mais amplo. Com ênfase na heterogeneidade espacial, a Ecologia da Paisagem é aplicada através de uma ampla gama de escalas (Figura 12), com diferentes tipos de paisagens.

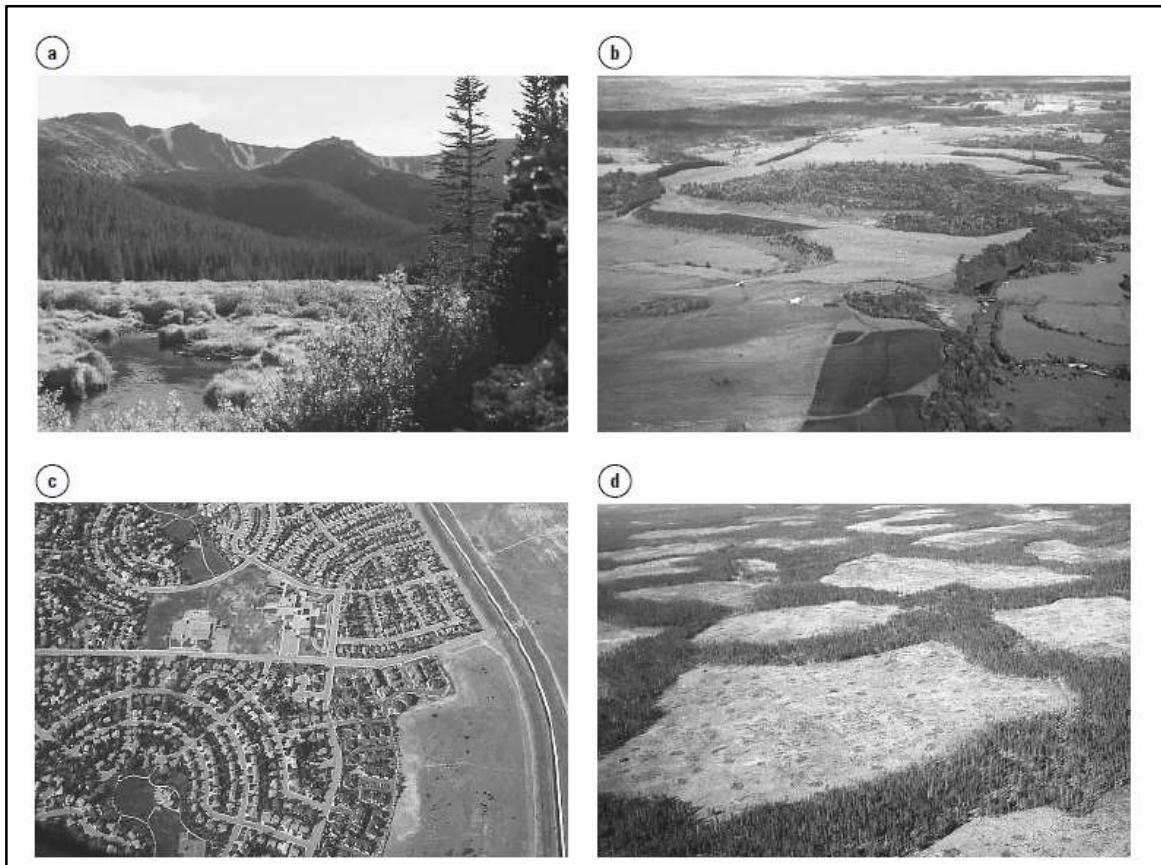


Figura 12 - (a) paisagem montanhosa sem edificação em The Front Range, Colorado, EUA. (Foto: Monica G. Turner). (b) paisagem mosaico de florestas e terras agrícolas ao sul de Santiago, Chile. (Foto por John A. Wiens.) (c) urbanização da paisagem no entorno de Denver, Colorado. (Foto por John A. Wiens.) (d) vista aérea de uma clareira em uma paisagem de conífera, (*Pinus contorta*), Floresta Nacional Targhe, Idaho.  
Fonte: Turner et al., (2001).

Esses conceitos enfatizaram que a atenção deve ser focada diretamente na escala em que ocorre um fenômeno de interesse; demonstram que os conhecimentos adquiridos em uma escala não deveriam necessariamente ser traduzidos diretamente para outra escala, daí questionar a aplicabilidade dos resultados de vários estudos em escala local para os problemas de escala regional.

O fator crítico foi e continua sendo, identificar a escala adequada para resolver o problema. Devido aos problemas enfrentados na escala do manejo da terra, os ecologistas começaram a tratar a paisagem como uma área distinta de estudo, levando em conta o sistema ecológico, por estar disposto no espaço de acordo com a sua resposta aos gradientes de topografia, temperatura, umidade e solos. O arranjo espacial, por sua vez, influencia muito nos processos

ecológicos, tais como os padrões de movimento dos organismos, a propagação dos distúrbios ou perturbações e do fluxo de matéria e energia.

A Ecologia da Paisagem, com foco no padrão espacial e as respostas ecológicas para esse padrão, leva a um novo conjunto de princípios, distinto dos princípios que regem a dinâmica do ecossistema e da população em escalas mais finas.

Simon Levin afirma que "*o problema de relacionar os fenômenos através de escalas é o problema central na biologia e em toda a ciência.*" (BOTEQUILHA, LEITÃO, 2006 apud LEVIN, 1997). Em outro lugar, em seu discurso, Levin (op.cit) afirma que é preciso encontrar formas de quantificar os padrões de variabilidade no tempo e no espaço, para entender como os padrões mudam com a escala, e para entender as causas e consequências do padrão.

Quase todos agora reconhecem que a escala é um conceito crítico nas ciências físicas e naturais. Em seu discurso no MacArthur Award para a Ecological Society of America, Simon Levin ressaltou que "*o problema de relacionar fenômenos através de escalas é o problema central na biologia e em todas as ciências.*" (LEVIN, 1992 apud BOTEQUILHA, LEITÃO, 2006). Em outro ponto de seu discurso, Levin (1992, p.32 apud BOTEQUILHA, LEITÃO, 2006) firmou que:

*Nós devemos encontrar maneiras para quantificar padrões de variabilidade no espaço e no tempo, para entender como os padrões mudam com a escala, e para entender as causas e consequências dos padrões. Essa é uma tarefa assustadora que deve envolver sensoriamento remoto, estatística espacial, e outros métodos para quantificar os padrões em escalas mais amplas; trabalhos teóricos para sugerir mecanismos e explorar relações; e trabalho experimental, realizado em escalas finas e através de manipulações de todo o sistema, para testar as hipóteses [Tradução nossa].*

A escala na Ecologia da Paisagem, como em todas as ciências, assume um papel importante pelos surgimentos de questões urgentes referentes ao meio ambiente e à biosfera que se manifestam em áreas cada vez maiores. Pode-se citar as chuvas ácidas, a mudança climática global, a fragmentação e conservação de habitats, cuja necessidade é a de inferir as consequências que ocorrem também em grande escala.

Houve o crescente reconhecimento de que as respostas obtidas para a questão ecológica espacial dependem fortemente da escala em que foi realizado o estudo. Isto é, a alteração do tamanho da moldura ou da extensão global da zona estudada frequentemente produziu um resultado diferente, seja de forma numérica ou de padrão, e os resultados aparentemente díspares de diferentes estudos podem ser simplesmente devido a diferenças nas escalas em que foram realizadas.

A estrutura hierárquica na natureza, conforme pode ser observada na Figura 13 é uma correlação positiva em escalas espaciais e temporais de processos diferentes e tornou-se importante tópico do discurso em ecologia durante o início de 1980, e três publicações foram particularmente influentes em estimular esta maior atenção à escala.

Allen e Starr (1982), livro sobre a teoria de hierarquia estabeleciam novas formas de considerar a escala que emergiu da Teoria Geral dos Sistemas e instigada tremenda discussão em todos os ramos da ecologia. Delcourt et al., (1983), no artigo sobre as escalas de dinâmica da vegetação no espaço e no tempo, sintetizaram mudanças paleoclimáticas em paisagens e apresentaram graficamente a correlação positiva de escalas espaciais e temporais como um espaço de estado de “tempo-espaço” que tem sido amplamente utilizado.

Segundo O'Neill et al., (1988), o conceito de ecossistema propôs uma estrutura hierárquica para os ecossistemas. Essas três contribuições acima citadas colocaram uma base importante para o tratamento de escala em Ecologia. Além disso, a nova teoria matemática dos fractais (MANDELBROT, 1982) parecia explicar alguns padrões complicados por natureza, oferecendo potencial para o desenvolvimento de regras que permitem observações a serem transferidas de uma escala para outra. Coletivamente, esses acontecimentos e ideias engendraram uma apreciação de conceitos de escala e um mandato para entender melhor seus efeitos na ecologia.

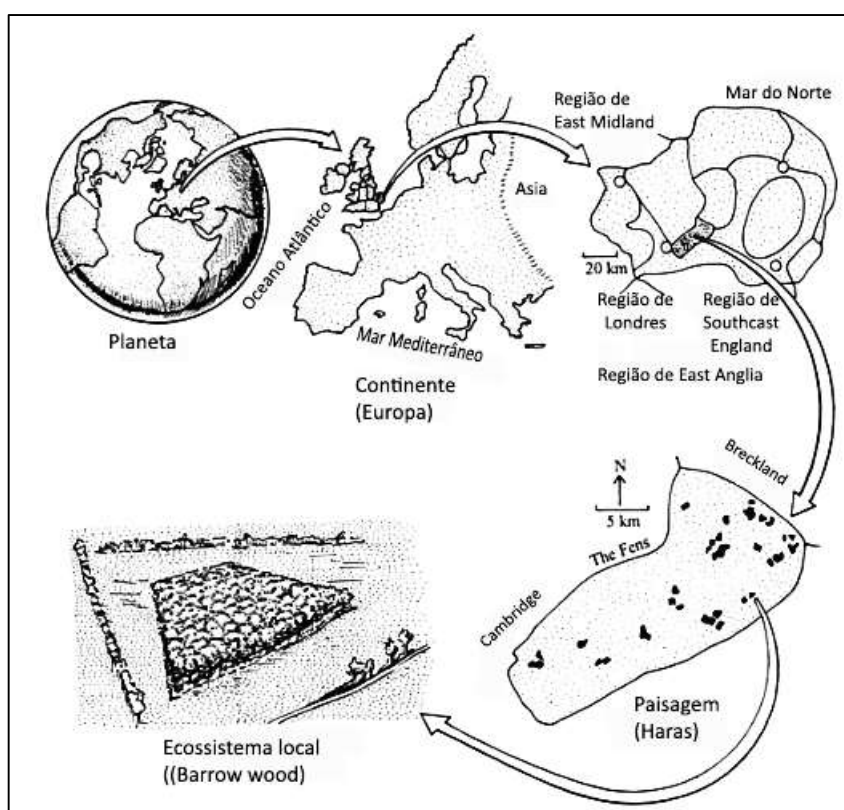


Figura 13 – A representação das diversas escalas e níveis de interação e análise da paisagem, que podem ser a partir da escala global até uma heterogeneidade local.

Fonte: (Forman, 1995 – Modificado pela autora).

Segundo Turner (1998) os ecólogos e geógrafos utilizam termos similares para a escala, porem com significados opostos. Quando o ecólogo faz alusão a escala pequena, refere-se a um pequeno espaço, do qual se pode extrair riqueza de detalhes, e quando se faz alusão à escala grande trata-se de áreas extensas que contêm distintas informações (tabela 5).

A escala é caracterizada por grãos e medidas (Figura 14). Granulação refere-se a melhor resolução espacial dentro de um dado conjunto de dados, por exemplo, refere-se ao grão de tamanho de célula para mapas de grade ou a unidade mínima de mapeamento de mapas tirada com polígonos. Extensão refere-se ao tamanho da área total do estudo. Grão e extensão são fáceis de pensar quando se considera imaginário remoto. Sensores orbitais diferentes têm tamanhos, ou grãos de células diferentes, por exemplo, há um tamanho de célula de 10 m por 10 m para imagens SPOT pancromática, 30 m por 30 m para as imagens Landsat Temática Mapper, e 90 m por 90 m para o Landsat imagery Multispectral Scanner. O detalhe, que pode ser adquirido partir destes diferentes sensores, varia, em parte, por causa das diferenças nos grãos. A extensão pode variar independentemente de grãos, embora haja algum grau de correlação, por exemplo, uma pequena extensão exigirá um tamanho de grão pequeno. Quando se diz que um padrão, processo ou fenômeno depende da escala, queremos dizer que ele muda com o grão ou a extensão da medida. Schneider (1994 apud TURNER et al., 2001) define os processos dependentes de escala como aquelas em que a relação de uma para uma taxa de varia-outras com qualquer resolução (grão) ou gama (extensão) ou medição.

Tabela 5 - Comparação dos atributos dos estudos de fina e ampla escala.

ESCALA		
ATRIBUTO	FINA	AMPLA
Resolução do detalhe	Alto	Baixo
Efeitos dos erros de amostragem	Grandes	Pequenos
Manipulação experimental	Possível	Difícil
Generalização	Baixo	Alto
Forma de modelo	Mecânica	Correlativa
Replicação	Possível	Difícil
Rigor	Alto	Baixo
Adequação da amostragem	Boa	Pobre
Comprimento do estudo	Curto	Longo
Tipo de questionário	Qualitativo	Quantitativo
Testabilidade das hipóteses	Alto	Baixo

Fonte: Turner et al., (2001) modificado de Wiens (1989) e Bisonette, (1997).



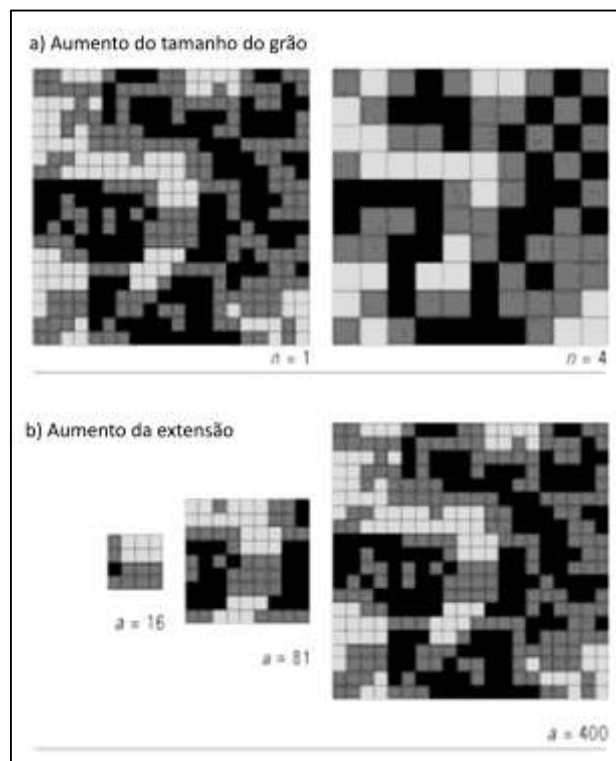


Figura 14 – Esquema de dois componentes da escala espacial: (a) de grãos e (b) medida. O número de células agregadas de modo a formar a nova unidade de dados (isto é, novo tamanho de grão) são indicados por  $n$ ; área total, ou na extensão, é indicada por  $a$ . Modificado de Turner et al. (1998).

Ecologistas da paisagem muitas vezes referem-se a escala como um problema ou desafio. Isso ocorre por várias razões, incluindo a inerente dificuldade de compreender, ou prever um atributo ecológico sobre uma grande área, os problemas logísticos associados à amostragem ou experimentação em grandes áreas, e os associados aos problemas de estatística de pseudo-replicação (HURLBERT, 1984; HARGROVE; PICKERING, 1992).

Os ecologista de paisagem tem sido atuantes no desenvolvimento de planos práticos para restaurar terras degradadas no Wheatbelt Australiano (exemplo, LEFROY et al., 1991), pode-se citar o reflorestamento, que pode ser implementado para recuperar áreas degradadas ou evitar uma maior degradação, embelezar a paisagem, proporcionar habitat para a vida selvagem, aumentar a produtividade agrícola, e proporcionar uma futura fonte renovável de renda, tais como lenha, mel, ou flores silvestres (LEFROY et al., 1991). Estes tipos de planos de reflorestamento são desenvolvidos e implementados na escala da tessera<sup>6</sup>, mas eles podem,

<sup>6</sup> Na geoquímica ambiental, essas unidades de volumes são chamadas de “prismas da paisagem” (Fortescue, 1980), e em pedologia a “tessera” de Jenny (1958) chega o mais perto possível do nosso “hólon ecótopo”: “A paisagem inteira pode ser visualizada como sendo composta de tais elementos pequenos da paisagem. Essa figura é comparável aos elaborados mosaicos desenhados nas paredes das igrejas bizantinas, que são feitos de pequenos cubos, dados ou prismas chamados de tesseras. Nós devemos usar o mesmo termo, tessera, para um pequeno elemento da paisagem”. (Naveh; Lieberman, 1983 – Tradução nossa).

eventualmente, produzir um mosaico ligado por toda a paisagem. A restauração da paisagem pode ajudar a mitigar os problemas de salinização e perda de biodiversidade.

No desenvolvimento de estudos em Ecologia da Paisagem a escala é um aspecto fundamental. Dessa forma, torna-se importante a definição prévia da escala de trabalho para uma determinada paisagem. As unidades, os fenômenos e a própria paisagem se diferenciam amplamente quando observados sob escalas distintas. Levin (1992, apud TURNER et al., 2001, p.1) afirma que:

*Nós devemos encontrar maneiras para quantificar padrões de variabilidade no espaço e no tempo, para entender como os padrões mudam com a escala, e para entender as causas e consequências dos padrões. Essa é uma tarefa assustadora que deve envolver sensoriamento remoto, estatística espacial, e outros métodos para quantificar os padrões em escalas mais amplas; trabalhos teóricos para sugerir mecanismos e explorar relações; e trabalho experimental, realizado em escalas finas e através de manipulações de todo o sistema, para testar as hipóteses. [Tradução nossa].*

Para o presente estudo, foi utilizada a **ampla** escala, com baixa resolução de detalhe, pelo fato de não haver imagens de satélite de alta resolução para o ano de 1985, com o objetivo de preservar o nível de detalhamento para ambos os anos em questão, manteve-se a resolução espacial de 30m utilizando o Satélite da série Landsat. Utilizando-se de algumas imagens do Rapid Eyes, para identificação de algumas áreas quando na ocorrência acentuada com cobertura de nuvens e áreas muito úmidas devido ao intenso período de chuvas.

### Capítulo 3 – Localização e Caracterização da Área em Estudo

### 3.1 – Localização da Área em Estudo

O estado do Espírito Santo está localizado na região sudeste do Brasil, tem como limítrofe o estado da Bahia ao norte, Rio de Janeiro ao sul, Minas Gerais ao oeste e o oceano Atlântico ao leste. A sua divisão administrativa e regional compreende 78 municípios, apresentando 4 Mesorregiões geográficas, sendo estas subdivididas em microrregiões, de forma a facilitar a administração estadual. As Mesorregiões são compostas de diversos municípios que apresentam similaridades econômicas e sociais semelhantes de uma área geográfica. Foi criada pelo IBGE, com intuito de ser utilizada para fins estatísticos. No Espírito Santo as quatro mesorregiões são definidas como:

- ✓ Mesorregião Noroeste e microrregiões de Barra de São Francisco, de Colatina e de Nova Venécia Litoral Norte;
- ✓ Mesorregião Litoral Norte: Microrregiões de Montanha, de São Mateus e de Linhares;
- ✓ Mesorregião Sul: Microrregiões de Cachoeiro de Itapemirim, de Alegre e de Itapemirim;
- ✓ Mesorregião Central: Microrregiões de Guarapari, de Afonso Cláudio, de Santa Leopoldina e de Vitória.

Linhares é um dos maiores municípios do estado do Espírito Santo em extensão territorial com , bem como maior extensão litorânea com 68Km de costa, inserido na Macrorregião Central, Mesorregião Litoral Norte, e microrregião de Linhares, entre as latitudes 18°59'41" e 19° 41'16" sul e entre as longitudes 40°0'12" e 39°45'16" W de Greenwich (Figura 13), estando a uma altitude média de 28 metros.

O município é cortado pela rodovia BR-101, sendo a principal via de ligação do município com os demais municípios do estado e recebe o fluxo de veículos que se deslocam pelo território do estado tanto em direção ao norte, quanto àqueles que se deslocam em direção ao sul do país.

O limite territorial de Linhares abrangia territórios dos municípios hoje conhecidos como Rio Bananal, Colatina, Baixo Guandu, Pancas, São Gabriel da Palha, Sooretama, além de incorporar parcela do atual território dos municípios de Ibirapu, Santa Tereza e Itaguaçu. Atualmente Linhares é composto de 9 distritos, dentre eles destacam-se: Bebedouro; Desengano; São Rafael; Rio Quartel; Povoação; Pontal; Regência; Bagueira e o distrito Sede .

O município apresenta três regiões distintas de acordo com seu relevo. Sendo a maior parte do relevo de topografia plana, que é formado por uma Planície Costeira, que corresponde às acumulações marinhas e flúvio-marinhas, compostas de feições morfológicas características da faixa litorânea, tais como os cordões praias, presença de expressivos paleodelta Intralagunar, que foram construídos no Interior de extensas paleoagunas. Linhares dispõe de 69 lagunas, sendo a Juparanã a maior delas e abrange a região do baixo rio Doce.

Há também a região serrana, situado sobre rochas pré-cambrianas, a oeste de Linhares, com a presença de agricultura familiar. Numerosos vales recentes apresentam um aspecto de ravinas mortas recobertas pela vegetação. Isso traduz uma interrupção da erosão e indica um fraco carreamento de sedimentos grosseiros para os cursos de água (Suguio, et al., 1982).

Em sua parte central apresenta a superfície dos tabuleiros sobre os sedimentos da Formação Barreiras, caracterizadas por interflúvios de superfície planas, largas e com fundos de vales ora estreitos ora amplos, com declividade para o mar, apresenta uma drenagem de estruturas subparalelas e angulares. Próximo à costa, o movimento da subida e descida do nível do mar construiu cordões arenosos pleistocênicos e holocênicos, ora paralelos à linha da costa e ora truncados, em função das diferentes mudanças das correntes longitudinais, dificultando a drenagem das águas do interior, formando zonas pantanosas e alagadiças.

Ao norte da Laguna Juparanã encontra-se um marco histórico a Ilha do Imperador (Figura 15). O cenário natural da lagoa apresenta alguns registros históricos interessantes, ali encontra-se a Ilha do Imperador, assim denominada por ter recebido a visita de D. Pedro II em 1860 e que também recebeu em 1954 à visita de Getúlio Vargas, e conserva até hoje sua vegetação primitiva, numa posição estratégica e de onde se tem uma vista apreciável da extensão da lagoa e das praias do seu entorno.



Figura 15 – Ilha do Imperador (Lagoa Juparanã).  
Fonte: Fotos da autora, 2013.

A Laguna Juparanã tem uma parte de sua extensa área pertencente ao município de Rio Bananal, cuja região é conhecida pela comunidade local com Lagoa Jesuína, que em decorrência da presença dos jesuítas no passado, havia, até a década de 1990, algumas ruínas de construções onde moravam os religiosos, porém devido a uma forte tempestade essas ruínas foram totalmente destruídas.

A região sul do litoral de Linhares, na foz do rio Doce, é onde se desenvolve o Projeto Tartarugas Marinhas (Projeto Tamar), local onde ocorre a desova de tartarugas marinhas. Ao norte deste município temos uma grande extensão de área ainda não explorada, conhecida como Degredo. No extremo norte a Praia de Pontal do Ipiranga e a Praia de Naturismo Barra Seca. Na margem direita da foz do rio Doce, encontra-se Regência uma vila tradicional de pescadores e à sua margem esquerda encontra-se a Vila Povoação.

Grande parte da vegetação original do município deu lugar aos grandes aterros para viabilização de construções de equipamentos urbanos, nas áreas rurais o incentivo à Silvicultura, Agricultura e Pecuária. No município, atualmente, são encontrados diferentes tipos de áreas verdes. Algumas áreas estão arborizadas "artificialmente", obedecendo aos critérios paisagísticos, outras são remanescentes de vegetação primitiva, e há, ainda, aquelas protegidas por lei.

Dentre os tipos de áreas verdes presentes no município de Linhares estão as Unidades de Conservação Floresta Nacional de Goytacazes, a Reserva Natural da Vale, a Unidade Municipal de Conservação de Degredo e a Reserva Biológica de Comboios.

Essas Unidades de Conservação fazem parte do Corredor Sooretama, Comboios e Goytacazes (Figura 16), pertencente ao Projeto Corredores Ecológicos, que foram implantados pelo Governo Estadual através do Decreto 2529-R, como áreas prioritárias para ações de conservação. Este projeto é associado ao Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil.

Trata-se de um projeto do governo em parceria com a sociedade civil com o objetivo de conectar as unidades de conservação existentes, garantir a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade e reduzir a fragmentação das florestas.

Participa também da gestão do Projeto Corredores Ecológicos o Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA.

Esses remanescentes estão inclusos também na Reserva da Biosfera, do qual trata-se de áreas rastreadas pelo Estado, sugeridas como áreas prioritárias para cumprir um papel de Área Protegida Especial, destinada simultaneamente a conservação da natureza e ao desenvolvimento sustentável, cumpre também um importante papel institucional em defesa do Bioma de Florestas Tropicais. Ou seja, trata-se de áreas pertencentes as Zonas Núcleo desta Reserva que estão oficialmente protegidas (mais preservadas, com ocorrência de endemismos, espécies raras, de importante valor genético e lugares de excepcional interesse científico. As Zonas de Amortecimento e Transição indicadas para a recuperação e o desenvolvimento sustentável (mais externa, onde incentiva-se o uso sustentado da terra e atividades de

Muitas áreas de proteção legal, estão parcialmente degradadas, além de não dispor de tamanho mínimo para garantir a total proteção de suas espécies. O lazer é uma das razões, além da conservação, que vem contribuir para a necessidade de proteção desse corredor, dentre elas é manter a estabilidade geológica das encostas e a beleza da paisagem aliada às possibilidades turísticas, além da Mata Atlântica ser a Floresta Tropical mais ameaçada de extinção.

O rio Doce, é um divisor natural entre o Norte e o centro-sul do Espírito Santo, cortando o estado de oeste a leste, o maior em volume de vazão em m<sup>3</sup>/s e área de drenagem no estado capixaba (Coelho, 2007).

Segundo Coelho(2007), as séries históricas de vazão da Bacia do rio Doce pertencente a Agência Nacional de Águas (ANA), relatam que esta, foi uma das bacias que mais sofreu queda de vazão de suas águas no Espírito Santo, em detrimento de diversos aspectos, sendo eles a ação antrópica dos processos de ocupação e exploração, desmatamento, construção de ferrovias, mineração, silvicultura, irrigação, café, pecuária, urbanização, dentre outros usos.

Em Março de 2013, ocorreu uma grande mortandade de peixes da lagoa em decorrência da presença elevada de coliformes fecais (originados pela ligação direta da rede de esgoto das residências construídas no entorno da linha verde), na rede de águas pluviais. Esses esgotos são lançados há muitos anos, diretamente na lagoa, sem qualquer tipo de tratamento, ocasionando assim mortandade de peixes, impedindo a balneabilidade para a população. A Figura 17 apresenta uma área da lagoa que está para ser despoluída e implantada a revitalização. A lagoa apresenta um processo acelerado de eutrofização, resultado da excessiva presença de nutrientes provenientes do lançamento de esgotos residenciais e industriais, comprometendo a qualidade de água.



Figura 17 – Lagoa do Meio eutrofizada – área central urbana de Linhares.  
Fonte: Foto da autora, 2013.

A prefeitura de Linhares implantou o Projeto Linha Verde, com o intuito revitalizar a área central urbana, o projeto contempla a Lagoa do Meio, cartão postal do município. O projeto visa à



despoluição da lagoa, e a implantação de calçadão em sua volta, com área verde sendo muito utilizada para prática de caminhadas, como pode ser observado na Figura 17.



Figura 18 – Revitalização da Lagoa do Meio propícia para a prática de caminhadas. Fonte: Foto da autora, 2013.

A Lagoa Aviso, também localizada na parte central urbana do município, está inserida também no projeto Linha Verde, com a previsão de despoluição e urbanização, pode-se observar na Figura 19, a presença de resíduos na superfície da lagoa.



Figura 19- Lagoa do Aviso com a presença de resíduos no entorno. Fonte: Foto da autora, 2013.

A implantação das áreas verdes, a recuperação e a despoluição das lagoas são de grande importância para o meio ambiente, mas sobretudo perante a visão da ecologia da paisagem. Essas ações vem contribuir de forma ainda mais positiva, não só para a função paisagística, como também a fundamental importância da composição e da configuração da Paisagem.

Carl Troll em 1939, já defendia um planejamento da ocupação e ordenamento territorial, estudos das paisagens culturais com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida natural e construído (NAVEH; LIBERMAN,1993).

### 3.1.1 – Caracterização Climática do Estado do Espírito Santo

**D**o ponto de vista climático, os ventos predominantes no estado do Espírito Santo são provenientes do quadrante NE, segundo os dados do INEMET/EMCAPA (Instituto Nacional de Meteorologia/Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, 1981). Tal predominância ocorre, sobretudo, nos meses de outubro a março, que correspondem aos meses de maior pluviosidade no estado. No período que compreende aos meses de abril a setembro o território estadual fica sujeito aos ventos provenientes dos quadrantes SE e S. Para compreender melhor a dinâmica climática que caracteriza o Espírito Santo reporta-se a Monteiro (1949).

Segundo o autor supra citado, quatro principais sistemas e suas respectivas correntes, atuam na região. O Sistema Tropical Atlântico (Ta), proveniente do anticiclone semifixo do Atlântico Sul,

atua de forma constante o ano inteiro, tendendo à instabilidade no Verão. O Sistema de emissão anti-horário favorece sua penetração mais para o interior do continente. A Região Sudeste é frequentemente atravessada pela mTa (massa tropical atlântica) através de correntes de nordeste e seguidas pelas correntes de leste (Figura 20).

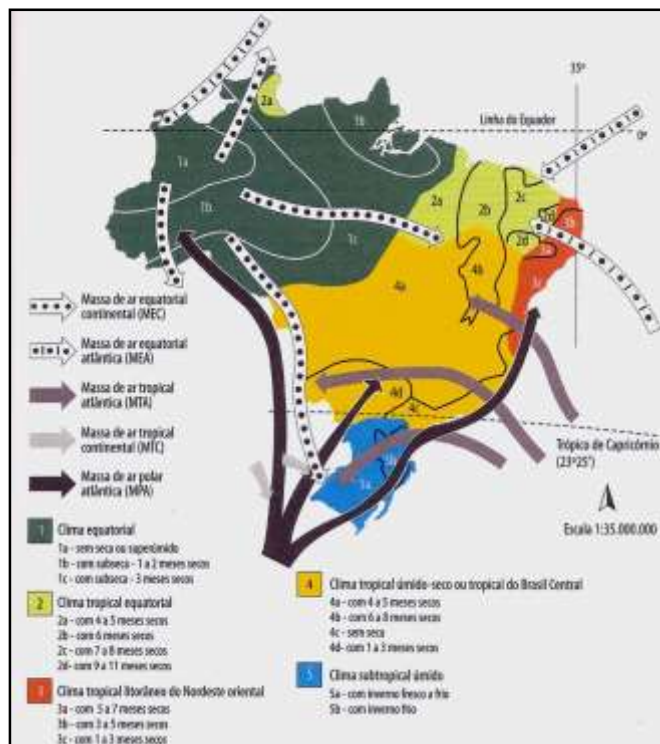


Figura 20 - Domínios climáticos, principais subtipos e os sistemas que atuam no Brasil.  
Fonte: Mendonça; Danni-Oliveira (2007).

Também de grande importância na circulação secundária da Região, o Sistema Polar Atlântico (Pa) possui atividade mais pronunciada no Inverno, sendo auxiliado pela orientação N-S dos Andes, bem como pelo Planalto Central. A massa fria e úmida proveniente do anticiclone migratório polar origina-se sobre o Atlântico Sul, próximo ao continente sul-americano, na latitude da Patagônia, resultante do acúmulo do ar polar. Embora a mPa (massa polar atlântica) seja mais efetiva na Região Sul do Brasil, durante o Inverno, com o avanço da massa polar, ela é sentida no Sudeste, com a presença dos ventos S e SE e temperaturas mais baixas.

O Sistema Equatorial Continental (Ec) se origina na Amazônia e é considerado como uma célula de divergência dos Alísios, caracterizando-se por ser quente e de elevada umidade, decorrente da área sobre a qual se forma. Durante o Verão, atraída pelos sistemas depressionários – térmicos e dinâmicos – do interior do continente, tende a avançar do NW ora para SE ora para SSE, de acordo com a posição da Frente Polar Atlântica.

Finalmente, o Sistema Tropical Continental (Tc), de ocorrência bem menos notável, tem uma participação complementar. Tanto o Tc como o Ec são responsáveis pelas correntes de NW e W.

*[...] no estado do Espírito Santo atuam todos os sistemas acima descritos, sendo particularmente predominante o Sistema Tropical Atlântico. A situação geográfica do Estado, localizado na faixa intertropical do globo, entre as latitudes 17°52'00" e 21°17'38"S, favorece a existência de período seco no Inverno, quando há predominância do anticiclone semifixo do Atlântico, responsável pela formação da Ta. Enquanto no Verão, com o Sistema Tropical Atlântico enfraquecido, o Sistema Equatorial Continental avança, ocasionando Linhas de Instabilidade Tropical. Nessa época, as frentes polares atlânticas, semi-estacionárias no litoral do Espírito Santo, podem provocar chuvas intensas e duradouras. (VALE, 1999, p.7).*

Pode-se dividir o Espírito Santo em duas regiões climáticas: a primeira apresenta um clima tropical quente e úmido e a segunda um clima tropical de altitude, cujas temperaturas são mais amenas.

*De fato por sua latitude que varia de 18°05' a 21°28'S, este Estado [sic] se enquadra dentro das regiões tropicais quentes e úmidas, mas a existência de uma zona serrana, ao sul do rio Doce, confere à grande parte do Estado [sic] um clima mais fresco. Mesotérmico. Há, pois no Espírito Santo, dois tipos principais de clima, um quente, outro mesotérmico, correspondendo às designações A e C estabelecidas por Köppen. (BERNARDES, 1951, p. 107).*

A maior parte do Espírito Santo apresenta temperaturas elevadas durante todo o ano. Registram-se temperaturas médias anuais superiores a 22°C, e a média do mês mais frio é superior a 18°C. Somente a região montanhosa não é alcançada por este clima quente, que abrange as planícies litorâneas, os tabuleiros e as colinas terciárias, bem como os vales que dissecam as serras e as encostas destas até aproximadamente a cota de 250 a 300 metros de altitude.

Não há, no entanto, uma homogeneidade nesse clima quente. Quanto à temperatura ela pouco varia, notando-se uma amplitude ligeiramente menor no litoral, onde o clima é mais ameno e o Verão mais fresco. Quanto às precipitações nota-se que as mesmas se distribuem também de forma diferenciada tanto no se refere ao total alcançado de uma região para outra, quanto ao seu regime. Assim, Vitória e Conceição da Barra, localizadas no litoral centro-sul e norte, alcançam uma precipitação de 1409mm e 1449mm, respectivamente. Por outro lado os municípios de Cachoeiro do Itapemirim e Colatina, localizadas no interior e o distrito litorâneo de Regência, apresentam precipitações de 1106mm, 983mm e 863mm, respectivamente. De fato, essas três últimas localidades possuem um regime de duas estações bem definidas, uma chuvosa no Verão e outra seca no Inverno, que correspondem ao tipo climático Aw de Köppen.

Entretanto, a estação seca não é tão pronunciada devido à proximidade com o litoral, por onde penetram as massas de ar frias do Inverno. Por outro lado, as precipitações não são tão abundantes no Verão, pois se trata de uma zona de transição entre o tipo climático Aw, com precipitação no Verão e estação seca no Inverno, e o tipo Af, sem estação seca (Figura 21).



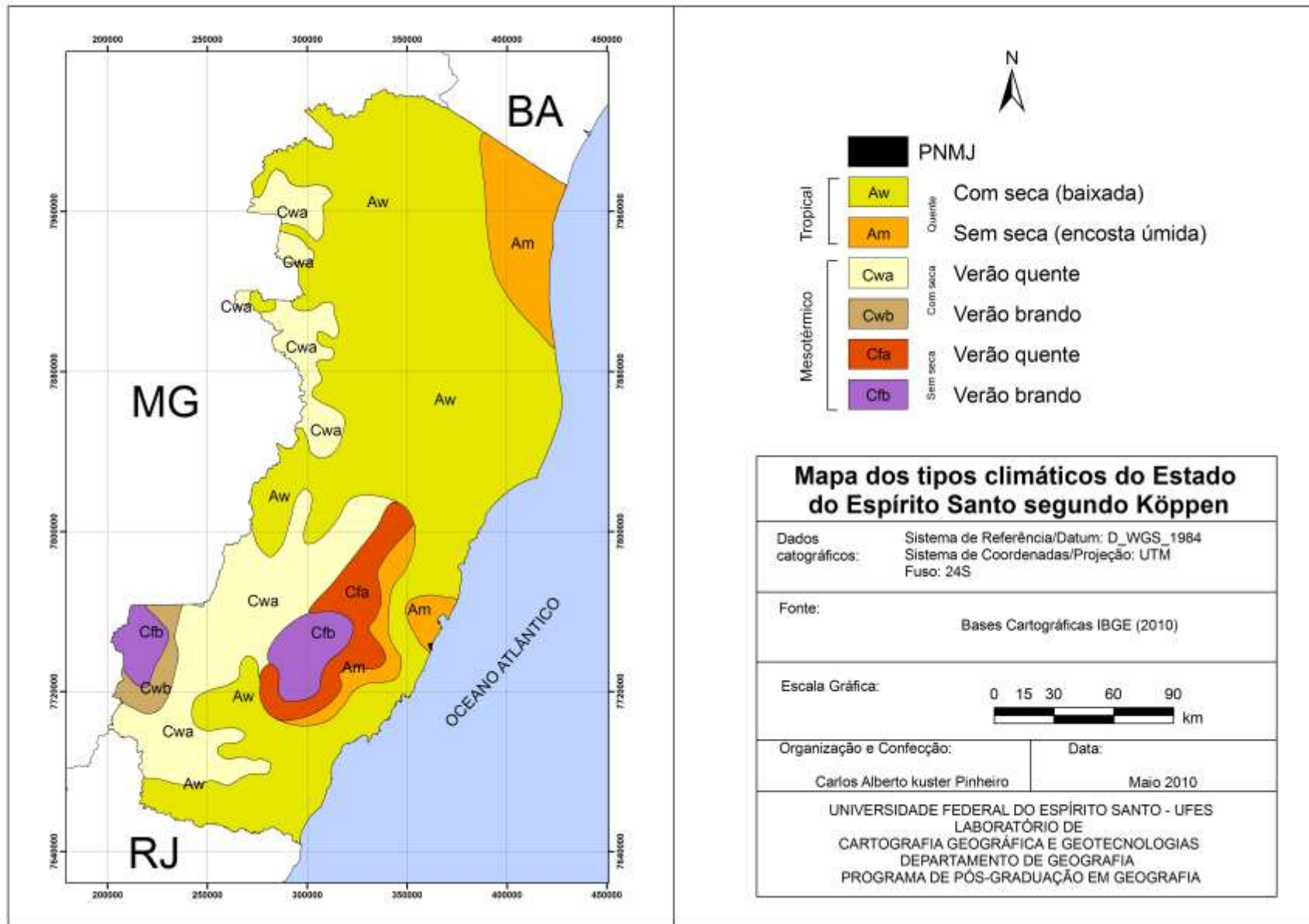


Figura 21 - Tipos climáticos do Estado do Espírito Santo. Fonte: Pinheiro, (2012).

Este regime de duas estações, uma chuvosa outra relativamente seca, predomina em quase todas as zonas quentes do Espírito Santo, excetuam-se apenas, Vitória, e uma estreita faixa da base da serra, onde a exposição às massas de ar favorece a maior precipitação, dando origem a um clima mais úmido, bem como um pequeno trecho do litoral norte, conforme mencionado anteriormente.

Quanto à região montanhosa, esta possui um clima mesotérmico em função da altitude, com temperatura média de aproximadamente 20°C e mínima de 13°C. Outro fator que influencia a moderação da temperatura é a localização geográfica, próxima à encosta, que intercepta os ventos do litoral, provocando as chamadas chuvas orográficas, especialmente abundantes no Verão, mas também frequentes no Inverno. Os verões frescos e sem estação seca correspondem à designação Cfb de Köppen<sup>7</sup>.

Mais para o interior desaparece a influência da serra no aumento das precipitações, e o clima, embora ainda fresco, devido à altitude, apresenta estiagem nos meses de Inverno, sendo incluídos na categoria Cwa de Köppen.

### 3.1.2 – Caracterização Geológico-geomorfológica

Vale (2004), com base nas informações do RADAMBRASIL, elaborou um mapa das Macro-Unidades Geomorfológicas do Estado do Espírito Santo, dividindo-as em 4 Unidades Morfoestruturais. Primeiramente os Sedimentos Quaternários, representados pelas Unidades Morfoestruturais das Planícies de Intermarés, das Planícies Marinhas e das Planícies e Terraços Fluviais. A segunda Unidade Morfoestrutural, os Sedimentos Terciários, representados pelos Tabuleiros Costeiros. As Estruturas Dobradas Remobilizadas formam a terceira Unidade Morfoestrutural e a qual é representada pelos Planaltos Dissecados de Altitudes Médias. Finalmente, os Maciços Plutônicos representam a quarta e última Unidade, tendo os Planaltos e Serras de Cimeira Regional como as Morfoesculturas predominantes.

O município de Linhares, está inserido em 3(três) dessas Macro-Unidades Geológica-Geomorfológica Unidades Morfoestruturais, Sedimentos Quaternário, Sedimentos Terciários e Estruturas Dobradas Remobilizadas (tabela 6 e Figura 22).

---

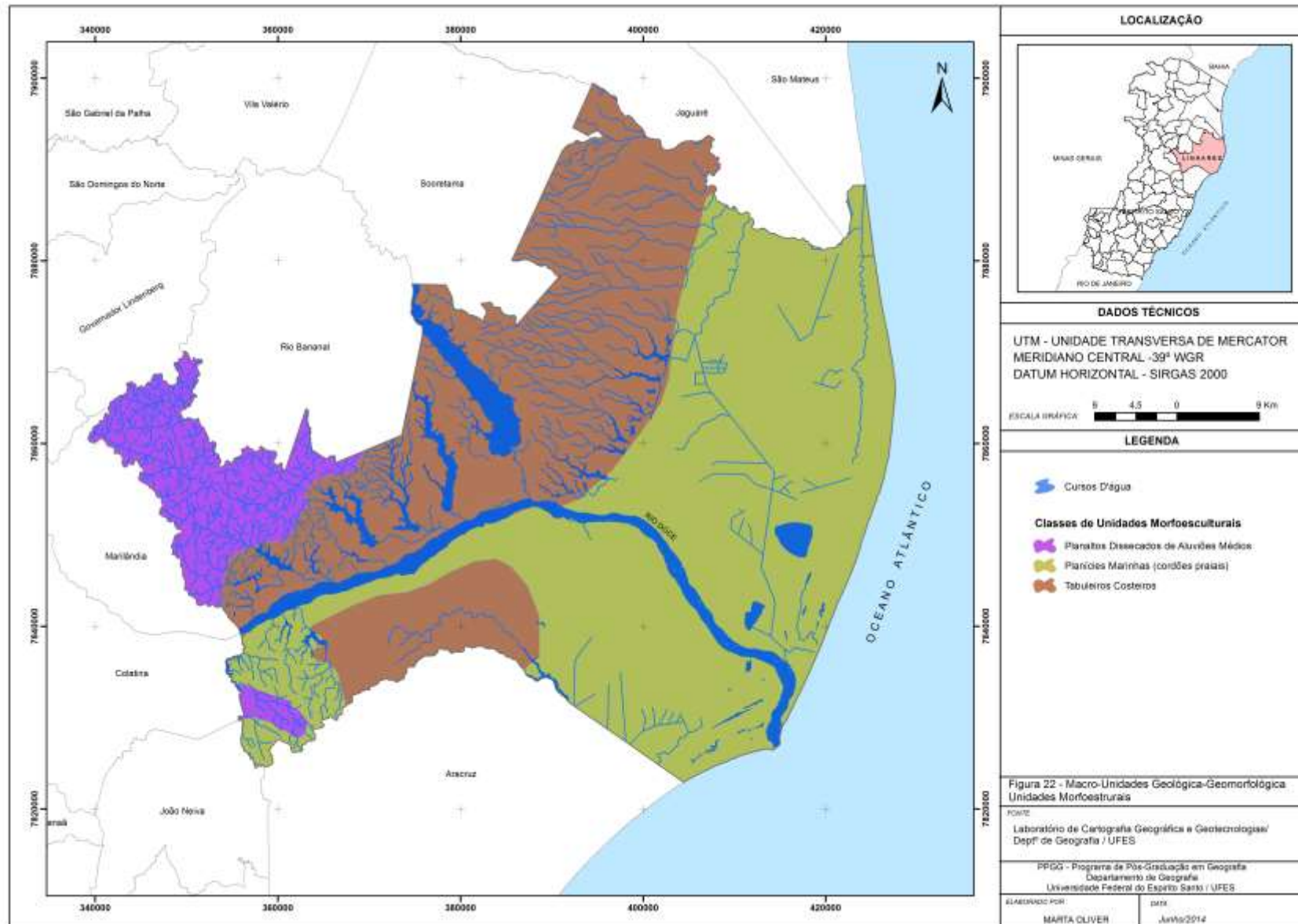
<sup>7</sup> KÖPPEN : sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em geografia, climatologia e ecologia, A classificação foi proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wladimir Köppen.

Tabela 6 - Macro-Unidades Geológico-Geomorfológica de Linhares (ES).

1º NÍVEL ZONAS FITOGEOGRÁ- FICAS	2º NÍVEL UNIDADES MORFOESTRU- TURAIS	3º NÍVEL UNIDADES MORFOESCU- LURAIS	PADRÕES FISIONOMICOS DAS FORMAS				
			FORMAS DE RELEVO	LITOLOGIA	SOLOS	COBERTURA VEGETAL	ASPECTOS MORFO-ECODINÂMICO
DOMINIO FITOCLIMÁTICO MATA ATLANTICA	Sedimentos Quaternários	Planícies Marinha (cordões praias)	Planas apresentando ou não cordões praias Alt. 0 – 8m (+ - 2m)	Sedimentos inconsolidados Areiais Marinhas	Espodossolos Carticos Hidromórficos Arenicos	Mata de Restinga	Sedimentos inconsolidados, arenosos, porosos permeáveis, com lençol raso ou aflorante, susceptível a movimentação/recalque
	Sedimentos Terciários	Tabuleiros Costeiros	Superfícies planas, tabuliformes com viés entalhados ou amplos com vertentes íngremes ocorrências de setores mais dissecados com tipos convexos Alt. 200-300m	Argilas e Conglomerados	Argissolos Vermelho- amarelos Distróficos, Latossolos Amarelo e Latossolo Vermelho- amarelos distróficos.	Mata de Tabuleiro	Sedimentos consolidados estáveis, porosos, permeáveis, com solos ligeiramente susceptível à erosão laminar com solos desprotegidos e/ou com cobertura vegetal.
	Estruturas Dobradas Remobilizadas	Planaltos Dissecados de Aluviões Médios	Formas de relevo em morros com topos convexos, vertentes inclinadas e vales estreitos bem entalhados com declividade acima de 20% Alt. 200 – 500 m.	Quatzitos e Quartzo	Latossolos Vermelho- amarelos álicos distróficos, argilosos a muito argilosos.	Floresta Ombrófila Densa Montana	Alta densidade de canais de drenagem, vertentes muito inclinadas, vales estreitos, solos profundos. Muito susceptível à erosão laminar e em sulcos face a elevada declividade. Ocorrência de movimento de massa.

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

76





A região serrana do Espírito Santo descrita nas Folhas SE.24 Rio Doce e SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória foi denominada de Cinturão Ribeira (BRASIL, 1987) em conformidade com Almeida *et al.* (1973), ou ainda de Província Estrutural da Mantiqueira (BRASIL, 1983) também baseada em Almeida *et al.* (1977) ou simplesmente de embasamento retrabalhado. No entanto todos são unânimes em afirmar que a região serrana é decorrente da atuação do Ciclo Brasileiro, quer seja na reestruturação de rochas mais antigas (Ciclo Transamazônico) quer na formação das mesmas neste ciclo.

Quanto aos aspectos tectônicos e estruturais, os eventos tectônicos denominados de Transamazônico e Brasileiro foram, em parte, responsáveis para que a linha de costa do Espírito Santo adquirisse a direção norte-sul, bem como pela morfogênese das províncias costeiras da região.

Ao pesquisar a Bacia do Espírito Santo Asmus *et al.*, (1971), afirmam que o tectonismo ocorrido durante o Cretáceo Inferior (pré-Aptiano), que correspondeu a um importante estágio de reativação da plataforma brasileira, conhecido pelo nome de Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967), foi o responsável pelo surgimento do proto-oceano Atlântico Sul e pela reativação das estruturas preexistentes.

*Falhas normais são as feições estruturais mais destacadas da bacia. Resultaram do tectonismo do Cretáceo Inferior pré-Aptiano que segundo Almeida (1967,1969), corresponde a um importante estágio da reativação da plataforma brasileira, caracterizado com o nome de "reativação Waldeana". (ASMUS et al., 1971, p. 245).*

O tectonismo resultou de forças de distensão subcrustais que, desde o Jurássico Superior, atuaram sobre antigas linhas de fraqueza do embasamento pré-Cambriano, ao longo da faixa correspondente à atual costa do Brasil. Consequentemente foram produzidos falhamentos normais e escalonados de grande extensão e sistemas de grábens e hemigrábens que, como apontado por Asmus *et al.*, (1971, apud BACCAR, 1969), "[...] se desenvolvem com as mesmas características gerais desde a Bacia do Recôncavo até o sul da Bacia do Espírito Santo." (p. 245).

Ainda segundo Asmus *et al.*, (1971), os efeitos posteriores deste tectonismo, representados pelas reativações dos falhamentos principais, perduraram com intensidade decrescentes até o Neocretáceo/Eoterciário. A acomodação e deslocamento por pequenas falhas dos sedimentos depositados durante o Terciário (Formação Barreiras) e a configuração da rede de drenagem suportam esta afirmação (MENDES *et al.*, 1987 apud ALBINO, 1999).

*A partir de então a bacia esteve sujeita à ação de movimentos epirogenéticos, que podem ser inferidos pelo rejuvenescimento de superfícies de erosão no continente e pelo espessamento de pacotes sedimentares terciários costa afora. (ASMUS et al., 1971, p. 245 e 246).*

King (1956), sugere a formação de uma estrutura monoclinal íngreme na faixa costeira, que provocou o soerguimento da superfície terciária, em relação ao nível médio do mar, durante o Terciário Médio.

Este arqueamento da superfície, sobre a qual se depositaram os sedimentos terciários, estaria representado no município de Santa Cruz onde ocorrem couraças lateríticas submersas que, durante a maré baixa, ficam emersas. Nas proximidades da foz do rio Itaúnas, norte do ES, bem como no município de Guarapari, em Meaípe no sul do estado, os sedimentos terciários entram em contato com os depósitos de planícies marinhas quaternárias através de paleofalésias e falésias vivas, respectivamente.

*A distribuição e as características dos falhamentos na Bacia do Espírito Santo permitiu estabelecer o seu arcabouço estrutural e, a partir daí, tipificá-la como uma bacia pericratônica, resultante de processos tafrogênicos<sup>8</sup> atuantes no Eocretáceo. (ASMUS et al., 1971, p. 246).*

A atividade magmática acompanhou o desenvolvimento tectônico da região, manifestando-se através de intrusões e/ou extrusões de rochas basálticas em duas fases principais: a primeira, ocorrida durante o pré-Aptiano, é registrada na forma de intrusões de 5 a 55m de espessura na bacia sedimentar do Espírito Santo, nos poços Nativo e Foz do rio Doce, respectivamente.

A Segunda fase, provavelmente ligada à zona de fratura do assoalho oceânico, produziu efeitos consideráveis, modificando a fisiografia de uma extensa porção da plataforma continental, pela acreção de uma área com cerca de 25.000m<sup>2</sup>, o chamado Banco de Abrolhos (ASMUS et al., 1971).

Segundo Asmus et al., (1971), a idade desse magmatismo pode ser estendida desde o Cretáceo Superior até o Eoceno Inferior/Eoceno Médio.

A evolução do litoral do Espírito Santo iniciou-se no Quaternário, no começo do Pleistoceno com a ocorrência da flexura continental que foi a responsável pelo arqueamento da superfície pós-Barreiras, fato sugerido anteriormente por King (1956). Barbosa et al., (1975, apud MENDES et al., 1987), comprovaram esse fato, todavia demonstraram que a direção desta flexura varia de local para local, não apresentando homogeneidade e paralelismo admitidos anteriormente por King (op.cit.) (ALBINO, 1999).

---

<sup>8</sup> Processos tafrogênicos significam que o relevo é delimitado por falhas e situado num bloco inclinado ou numa fossa tectônica (tafroeossinclínico) (LEINZ; LEONARDOS, 1977).

O litoral do Espírito Santo, de acordo com a classificação de Silveira (1964), encontra-se dentro da Região Oriental ou Leste, que se estende de Salvador ao Cabo Frio, apresentando como característica principal a presença do relevo tabuliforme da Formação Barreiras. Esta Formação, entretanto, se apresenta de forma descontínua, praticamente desaparecendo entre o Recôncavo Baiano e Ilhéus, quando é substituída pelos afloramentos do embasamento pré-Cambriano. A Formação Barreiras volta a ocorrer de modo contínuo entre os rios Jequitinhonha e Doce, coincidindo, segundo Muehe (1998), com o alargamento da plataforma continental interna, devido aos bancos Royal Chorlote e Abrolhos.

No litoral do Espírito Santo a unidade morfoestrutural do embasamento cristalino, composta de granitos e gnaisses, remanescente da Serra da Mantiqueira (BRASIL, 1987), alcança altura superior a 1500 metros, chegando a ter como representante por excelência o Pico da Bandeira como um dos pontos mais altos do relevo brasileiro, cuja altura é de aproximadamente 2.980m, no Maciço do Caparaó, na divisa com estado de Minas Gerais.

No norte do estado essa feição encontra-se muito longe da costa, entrando em contato com ela nas proximidades da baía de Vitória, no centro-sul e, particularmente na própria baía, até após a baía de Guarapari no sul do estado, ora afastando-se um pouco, ora encontrando a costa novamente em forma de promontórios e costões rochosos, que servem de armadilhas para a sedimentação quaternária e a ocorrência de pequenas enseadas e arcos praias.

Esta unidade de relevo encontra-se submetida a intensos processos erosivos. Sua rede de drenagem apresenta um padrão marcadamente dendrítico, com cursos fluviais superimpostos, que formam gargantas, cortando escarpamentos de falhas aproveitando-se das fraturas existentes nesta morfoestrutura. Seus vales, super encaixados, bem como suas morfoesculturas aguçadas, conferem a essa unidade uma característica própria.

Segundo Cordani (1973 apud ALBINO, 1999), é possível atribuir a algumas rochas, a partir de relações texturais e mineralógicas, maior grau de metamorfismo e correlacionar a formação destas ao Ciclo Transamazônico, mas com reestruturação durante o Ciclo Brasileiro. Todavia, não se pode excluir a hipótese de que, pelo menos em parte, estes gnaisses representem materiais formados durante o próprio Ciclo Brasileiro e metamorfoseados em grau mais elevados.

A unidade composta pelos depósitos terciários da Formação Barreiras estende-se desde a costa amazônica até o Rio de Janeiro. No Espírito Santo encontra-se mais desenvolvida do norte para o centro-sul do estado, alcançando aproximadamente uma extensão de 110 km da linha de costa para o interior do continente, onde ainda podem ser observar falésias vivas e paleofalésias (Figura 23).

No sul do estado a Formação Barreiras volta a ocorrer intercalada pelos promontórios e costões rochosos do embasamento cristalino, promovendo o aparecimento de falésias e paleofalésias, conforme mencionado anteriormente, ou mesmo como formações superficiais sobre o embasamento cristalino. Esses sedimentos formam, ainda, em alguns trechos do litoral, extensões de couraças lateríticas na praia e na antepraia, proporcionando o aparecimento de enseadas, sem fortes arrebentações de ondas, minimizando os processos de erosão sobre a costa, como em Jacaraípe e Nova Almeida.

O padrão de drenagem nesta unidade apresenta-se paralelo a subparalelo. Na maioria das vezes os rios infletem para o norte ou para o sul quando alcançam a costa, onde não conseguem romper o obstáculo representado pelos cordões praias. Isso é verificado, sobretudo, no norte do estado na planície costeira do rio Doce, onde os cordões praias, formados durante o Quaternário, são muito desenvolvidos.



Figura 23 - Distribuição dos depósitos da Formação Barreiras (partes coloridas) no estado do Espírito Santo.  
Fonte: Geobases., (2005).

Há também o padrão de drenagem angular, que segundo Bandeira *et al.*, (1975), corresponde à imposição de zonas de fraturamento.

A morfoescultura dessa unidade é representada pelas formas tabulares e colinas convexizadas, predominando interflúvios largos e de fundo plano.

A planície costeira do Espírito Santo ora apresenta-se larga como no centro-norte, mais especificamente na planície costeira do rio Doce com 2.500km<sup>2</sup>, estreitando-se daí, tanto para o extremo norte tanto quanto para o extremo sul, de forma significativa.

*Com o curso do rio Doce infletindo bruscamente para o sul, logo após deixar o domínio dos depósitos do Barreiras, o flanco norte da planície se apresenta com maior extensão que o flanco sul. De acordo com esquema faciológico apresentado por Dominguez *et al.*, (1981), a faixa de cristas de praia da borda oceânica da planície, de largura não superior a 5 km, antecede larga zona pantanosa que se estende em direção ao interior até os alinhamentos remanescentes de terraços pleistocênicos, dispostos com algumas interrupções defronte das falésias fósseis do Barreiras. No flanco sul, a sequência de cristas de praia holocênicas é mais desenvolvida junto à foz, onde chega a uma largura de 9km. Sua extensão, porém, é menor pois, ao assumir um alinhamento nordeste-sudoeste, acaba rapidamente atingindo o Barreiras. Uma larga área é ocupada por terraços fluviais, ao longo de ambos os lados do eixo do canal fluvial. (MUEHE, 1998, p. 310 e 311).*

Conforme mencionado anteriormente, ocorrem planícies quaternárias costeiras originadas pela ocorrência da chegada do embasamento cristalino à costa, sobretudo a partir de Vitória em direção ao sul do estado. Essas planícies podem ser pouco ou mais extensas, como por exemplo, em Meaípe, no município de Guarapari, e em alguns trechos do próprio distrito de Guarapari, respectivamente.

A evolução das planícies costeiras quaternárias na costa leste do Brasil está relacionada com as variações eustáticas ocorridas no período. Dominguez *et al.*, (1981) elaboraram um esquema evolutivo das planícies litorâneas em função dessas variações do Quaternário, que está representado na Figura 24, subdividido em 8 estágios, de A à H, que será explicada passo a passo, acompanhando a figura supra citada.

O estágio A corresponde à fase de deposição da Formação Barreiras durante o Plioceno, quando o clima era mais seco e o nível do mar mais baixo que o atual. O estágio B representa a interrupção da deposição dos sedimentos da Formação Barreiras, ocasionado possivelmente pelas características mais úmidas do clima.

A seguir ocorre a transgressão marinha mais antiga, anterior à Transgressão Cananéia, e a formação das falésias em sedimentos terciários. Após o máximo alcançado por esta transgressão e, durante a regressão que se seguiu, o clima voltou a readquirir características semiáridas, ocasionando a formação de novos depósitos continentais de leques aluviais (estágio

C). O estágio D corresponde ao nível máximo alcançado pela penúltima transgressão ocorrida há 120.000 anos A.P. – Transgressão Cananéia. Esta transgressão erodiu parte dos sedimentos continentais e formou falésias e estuários. O estágio E corresponde ao evento regressivo subsequente à transgressão anterior.

Nesta época foram construídos os terraços marinhos pleistocênicos. No estágio F a última transgressão, Transgressão Santos, erodiu e afogou as planícies costeiras. Junto às desembocaduras fluviais, a rede de drenagem que havia se instalado nos terraços pleistocênicos, favorecida pela descida acentuada do nível de base que caracterizou o evento anterior, foi invadida pelo mar da mesma forma que foram escavados alguns vales na Formação Barreiras, dando origem a estuários e ilhas barreiras. Atrás destas ilhas barreiras instalaram-se sistemas lagunares nos quais as desembocaduras fluviais formaram deltas intralagunares (estágio G). O abaixamento do nível relativo do mar, que seguiu ao máximo transgressivo de 5.100 anos A.P., traduziu-se na formação de terraços marinhos, a partir da ilha barreira original, com a progradação da linha de costa (estágio H).

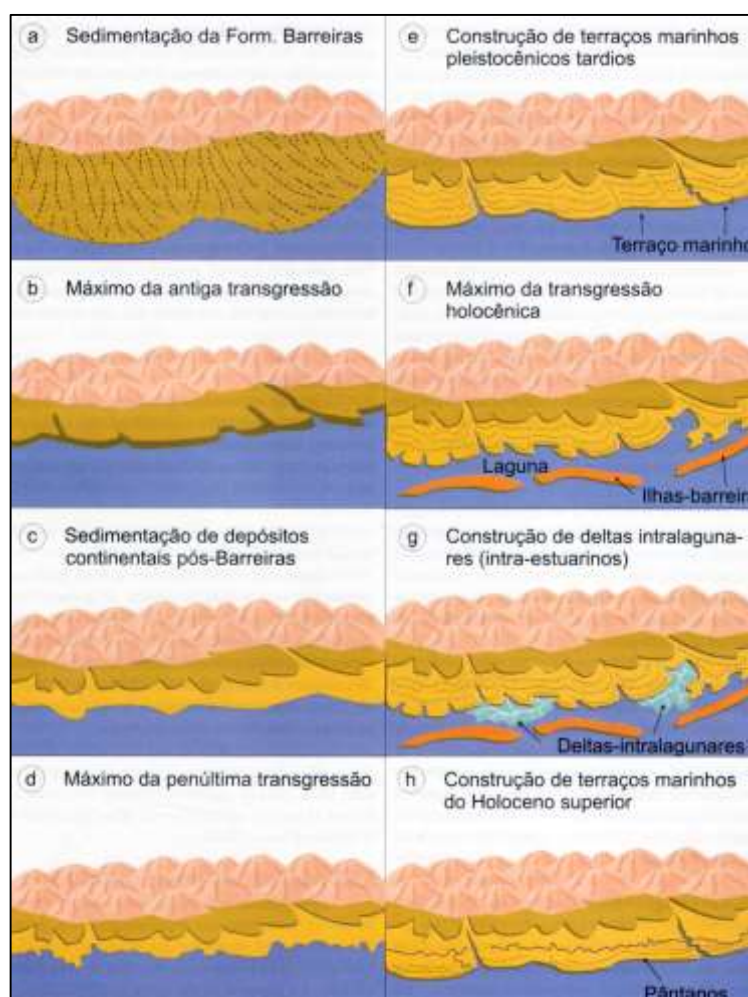


Figura 24 - A evolução das planícies costeiras quaternárias na costa leste do Brasil relacionada com as variações eustáticas ocorridas no período.

Fonte: Souza *et al.*, 2005.

É importante ressaltar que a formação da planície costeira quaternária do rio Doce, que aumentou consideravelmente a área do estado e formou uma área complexa tanto do ponto de vista geomorfológico quanto hidrológico, é oriunda desse processo descrito acima, isso vale também para a planície costeira do rio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro.

*O maior desenvolvimento da planície deltaica do rio Doce está relacionado ao suprimento fluvial. Desembocaduras fluviais podem representar um obstáculo importante aos sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea, funcionando como se fossem molhes artificiais, agindo no sentido de bloquear os sedimentos transportados ao longo da costa a barlar e causar déficits a sotamar (Dominguez et al., 1983). As alterações sazonais no rumo das correntes marinhas, com predomínio norte para sul, são, portanto, responsáveis pelo maior desenvolvimento da planície deltaica ao norte da desembocadura do rio Doce (ALBINO, 1999, p. 19).*

### 3.1.3 - Uso e cobertura da terra no Município de Linhares

Conforme consta nos objetivos, nesse momento apresenta-se o uso e a ocupação da terra no município de Linhares, a partir do qual serão posteriormente caracterizados os elementos individuais da paisagem. Dessa forma, o que ora se apresenta também vem a contribuir com a caracterização da área em estudo no que se refere à sua cobertura vegetal e suas fitofisionomias (Figuras 25 e 26).

O município de Linhares tem como uso e cobertura da terra, a ocupação urbana, com presença de áreas residências e comerciais locais, para atender as demandas dos bairros do município, bem como das fazendas presentes no entorno das áreas urbanizadas, indústrias, praias e lagoas com estruturas de balneários, muito utilizadas como pontos de exploração turística e da própria população do município e de municípios vizinhos.

Em 1833, conquistou a condição de Vila, como eram designados os municípios no Brasil Império tratava-se de um vasto território quase todo sem ocupação que se estendia do litoral Capitania do Espírito Santo à divisa com a Capitania de Minas Gerais, ocupando extensas faixas de terra nas margens norte e sul do rio Doce (Prefeitura de Linhares, 2007).

Ao longo do século XIX, Linhares teve dificuldade em empreender diversas iniciativas de ocupação das terras, incentivadas pelo próprio governo, pelo fato de se ter o rio Doce como única via de acesso, sendo de difícil navegação tornando um transporte de passageiros e de carga de alto risco.

Essa situação passou a sofrer alterações no século XX, com a inauguração em 1906 da Estrada de Ferro de Vitória a Minas (EFVM), ligando a capital Vitória, Colatina (distrito de Linhares na época).

A partir da década de 1930, então distrito de Linhares, obteve um crescimento econômico com o incremento da produção de Cacau e a construção de trilhas que gerou a interligação Linhares aos municípios de São Mateus e Vitória. O crescimento de Linhares, foi estimulado pela construção da Ponte Presidente Getúlio Vargas quando o município pode reunir-se à economia do Espírito Santo e do Brasil, até a construção da ponte, antes a travessia era realizada através de balsas.

A população de Linhares, foi inicialmente constituída por migrantes procedentes do sul do Estado da Bahia e de outros municípios do próprio Espírito Santo.

O fluxo de migração da Bahia, se deu na última década do século XIX, e primeira década do século XX, com a criação das fazendas de cacau. Na década de 1940 o fluxo se intensificou com a vinda dos migrantes procedentes de Colatina e de outros municípios capixabas, para trabalhar na exploração de madeira, cultivo de café e pecuária e cultivos agrícolas.

No período de 1950 a 1960, o crescimento da população teve como Taxa de Crescimento Geométrico Anual – TCGA de 8%, nas décadas de 1960 e 1970 essa taxa diminuiu para 3% ao ano, mas mesmo assim, o crescimento da população de Linhares esteve acima da média de crescimento dos outros municípios capixabas e nacional.

No período de 1980 e 2000, cresceu com taxas menores que a população do estado e o Brasil, destacando uma inversão no fluxo migratório, com maior saída do que a chegada de migrantes.



Tabela 7- Evolução da População de Linhares, Espírito Santo e Brasil (1950-2005)

POPULAÇÃO													
UNIDADE	1950	1960	TGA 50-60(%)	1970	TGA 60-70(%)	1980	TGA 70-80(%)	1991	TGA 80-91(%)	2000	TGA 91-00(%)	2005*	TGA 00-05(%)
Brasil (mil)	51.944	70.191	3,06	93.139	2,87	119.002	2,48	146.815	2,12	169.590	1,62	184.184	1,66
Espírito Santo (mil)	861	1.169	3,10	1.599	3,18	2.023	2,38	2.600	2,31	3.097	1,96	3.408	1,93
Linhares +Bananal +Sooretama	29.381	64.974	8,26	92.329	3,58	123.168	2,92	135.118	0,85	147.210	0,96	159.131	1,57
Linhares	29.381	64.974	8,26	92.329	3,58	123.168	2,92	119.690	-	112.617	-	121.418	1,52

Fonte: IBGE (Vários Censos) e estimativa anual de população 2005.

Em 2010 a população de Linhares alcançou a quantidade de 141.306 habitantes ocupando o sexto lugar em relação a população no Espírito Santo que apresenta a quantidade de 3.514.952 habitantes (IBGE, 2010).

Na década de 1950 a 1970 o quadro econômico, tinha uma economia sustentada pela exploração de madeira de maneira predatória, e pela expansão agrícola. Na década de 1980, Linhares passou por uma crise de estagnação econômica, reflexo da crise na agricultura, especificamente com o fim da madeira, que provocou a transferência para outros estados, gerando o fechamento de 200 serrarias, aproximadamente. Em 1990, a econômica de Linhares volta a crescer com a modernização da agricultura, ampliação do setor de comércio e com a ampliação das indústrias como principal destaque. Esse ciclo, acompanhou a economia do Espírito Santo, que de maneira geral passou progressivamente da agricultura para um perfil industrial. A industrialização no Espírito Santo teve seu período de ascensão nas décadas de 1960 e 1970, com a implantação de grandes projetos industriais, como a Usina de Politização da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), Aracruz Celulose e Samarco Mineração.

O forte crescimento se deu pela inserção de Linhares como área de abrangência da SUDENE<sup>9</sup> em 1998, incentivando a ampliação do polo moveleiro, agroindústrias e indústrias metalomecânicas.

Em 1999, o Produto Interno Bruto (PIB) de Linhares, atingiu pouco mais 25% representado pelo setor industrial, em 2003 a participação do setor industrial alcançou 44,3% ultrapassando inclusive percentual do PIB do Espírito Santo de 44,1% (Prefeitura de Vila Velha, 2005).

Atualmente o PIB de Linhares é de R\$ 2.910.803,00 e a renda percapita de R\$22.237,00. Linhares apresenta um grande potencial econômico, com uma produção diversificada em várias atividades produtivas, abastecendo os mercados internos no estado do Rio de Janeiro, de São Paulo e do próprio Espírito Santo, como também atendendo ao mercado internacional, com a exportação de sua produção agrícola, com destaque para o mamão.

As principais produções do município são frutas, café, cacau, cana-de-açúcar, eucalipto, seringueira, indústria moveleira, indústria de confecções, agroindústrias, beneficiamento de rochas ornamentais, extração de petróleo e gás natural.

Em 1969 a Silvicultura teve um incentivo fiscal com o abatimento de imposto de renda para reflorestamento no Espírito Santo. No período de 1969 a 1986, grandes foram os projetos de reflorestamento sendo em 1991 37 ha, 1992 27ha e 1993 46ha.

---

<sup>9</sup> SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Em 2005, a área florestal plantada no Espírito Santo, atingiu a marca de 189.600ha (SEAG,2005) dos quais cerca de 86.000 ha está no litoral norte e cerca de 50.000 no polo de Linhares Classificação do IBGE/IPE em 2005.

No Espírito Santo a demanda de recursos florestais para diversos setores consumidores é de 338.698 ha, apresentando um déficit de 149.098ha (SEAG,2005).

Entre 2015 e 2020, as áreas plantadas poderão chegar a 540.298ha, para abastecer a indústria de celulose e siderurgia. Com base em critérios de capacidade de uso do solo as áreas aptas para silvicultura no Espírito Santo poderão chegar a 1.581.229ha (SEAG,2005).

Em relação essa previsão de crescimento da Silvicultura, a Ecologia da Paisagem, é um forte instrumento no auxílio para o planejamento, para direcionar um crescimento ordenado de forma a melhor dimensionar áreas a serem reflorestadas, orientar o plantio na localização em posição estratégica para mitigar os impactos ambientais, melhor acompanhamento no processo de colheita e na condução da regeneração natural das áreas de manejo.

A análise de indicadores de ecologia da paisagem pode fornecer subsídios técnicos para a gestão de áreas de silvicultura integradas ao seu entorno, bem como a definição de áreas adequadas para a implantação e recomposição de reserva legal e áreas de preservação permanente.

A Figura 25 apresenta o Mapa de Uso e Cobertura da Terra, para o ano de 1985, apresentando as classes de uso Floresta de Tabuleiro, Floresta de Aluvião com Cacau, Floresta de Aluvião, Vegetação de Restinga, Áreas Alagáveis, Cultura Agrícola, Pastagem, Silvicultura, Área Urbanizada e Áreas Descobertas (solo exposto).

A Figura 26, Mapa de Uso e Cobertura da Terra para o ano de 2013/2014, apresenta as mesmas classes de usos que a Figura 25, porem pode-se observar uma alteração em seus usos entre o ano de 1985 e 2013/2014.

A silvicultura, apesar de representar menos de 3% da área do município, foi o uso que mais apresentou crescimento em área(ha), passando de 1.375 para 10.430 ha.

O cultivo agrícola teve uma redução e a pastagem um crescimento, essa alteração pode se dar pelo fato de algumas áreas de cultivos estarem em período de manejo chamado pousio, e apresentarem repostas semelhante pelo sensor quando no imageamento da área. Mesmo com a interpretação de imagens de alta resolução, pode-se ter esse tipo de resposta em uma classificação digital.

Os principais remanescentes florestais, em área contínua, no Estado, estão protegidos sob a forma de unidades de conservação, e compreendem duas grandes áreas formadas pelo Parque Nacional do Caparaó e Reserva Biológica de Sooretama (Amorim, 1984).

A Reserva Biológica de Sooretama que está localizada no município de Linhares (Figura 26) tem 24.250 ha de área, foi criada em 1949, a partir da fusão da Reserva Estadual de Barra Seca, decretada em 1941, com o Parque Refúgio e Criação de Animais Silvestres Sooretama, criado em 1943 (Aguirre, 1951). O predomínio de sua cobertura vegetal é Floresta de Tabuleiro. A REBIO Sooretama, faz divisa com a Reserva Natural da Vale, essas duas áreas juntas constituem o maior maciço florestal do Estado com total de área de 45.787 ha, correspondente a 1% do território estadual. Segundo Mendes (1995), esta área representa um dos poucos remanescentes significativos de proteção da Floresta de Tabuleiros da costa leste brasileira, com favorável presença de uma valiosa diversidade de fauna e flora.

A Reserva Biológica de Comboios com 836,39ha, localiza-se entre o município de Aracruz e Linhares, criada em 1984, com o objetivo de proteção nas áreas onde ocorrem as desovas de tartarugas marinhas, especialmente a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriácea*). Sua cobertura vegetal é a vegetação de restinga (Figura 26).

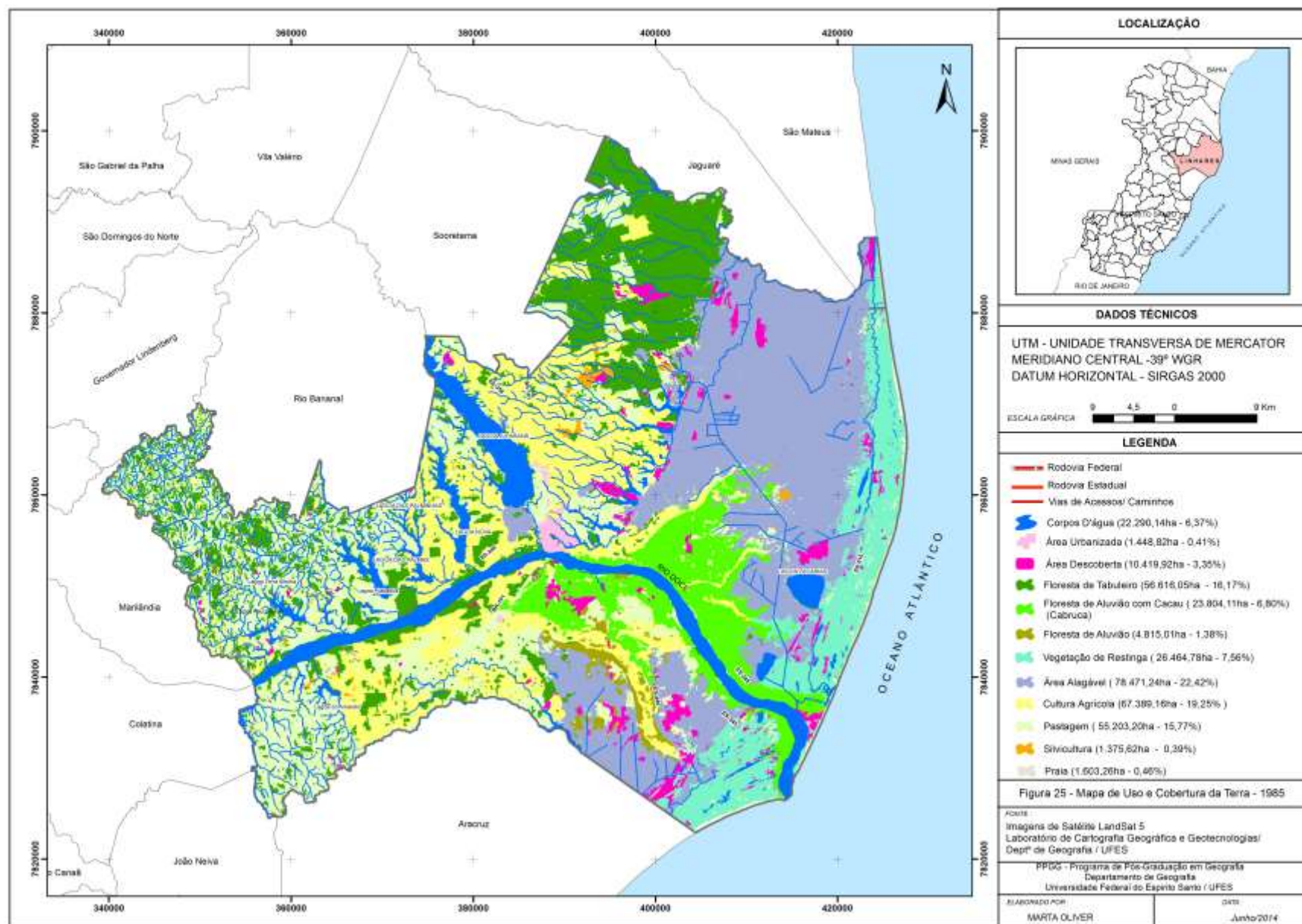
A Vegetação de Restinga teve um crescimento de 1390,75 ha em 2013/2014 e pode-se observar através das imagens de satélite 2013/2014 que houve um aumento da Vegetação de Restinga nos limites da Reserva Biológica de Comboios, apresentando uma continuidade nos fragmentos.

A Floresta Nacional de Goytacazes, está localizada no município de Linhares e possui uma área de 1.350,00 ha (Figura 26). Foi criada em 2002, estabelecida em um fragmento florestal cujas terras pertencem à União e estavam sob a responsabilidade da EMBRAPA e, portanto, está isenta de problemas fundiários.

Na área costeira existe a proposta de criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) na região da foz do Rio Doce (Figura 26) e compreende uma superfície de vegetação de restinga, Floresta de aluvião, áreas alagáveis e pastagens, está situada no entorno da Reserva Biológica de Comboios, no município de Linhares (Sforza, 2003). A criação dessa reserva, visa garantir a utilização sustentável e a conservação dos recursos naturais renováveis tradicionalmente utilizados pelas populações extrativistas da região de entorno da REBIO de Comboios e contribuirá para a zona de amortecimento para a mesma.

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

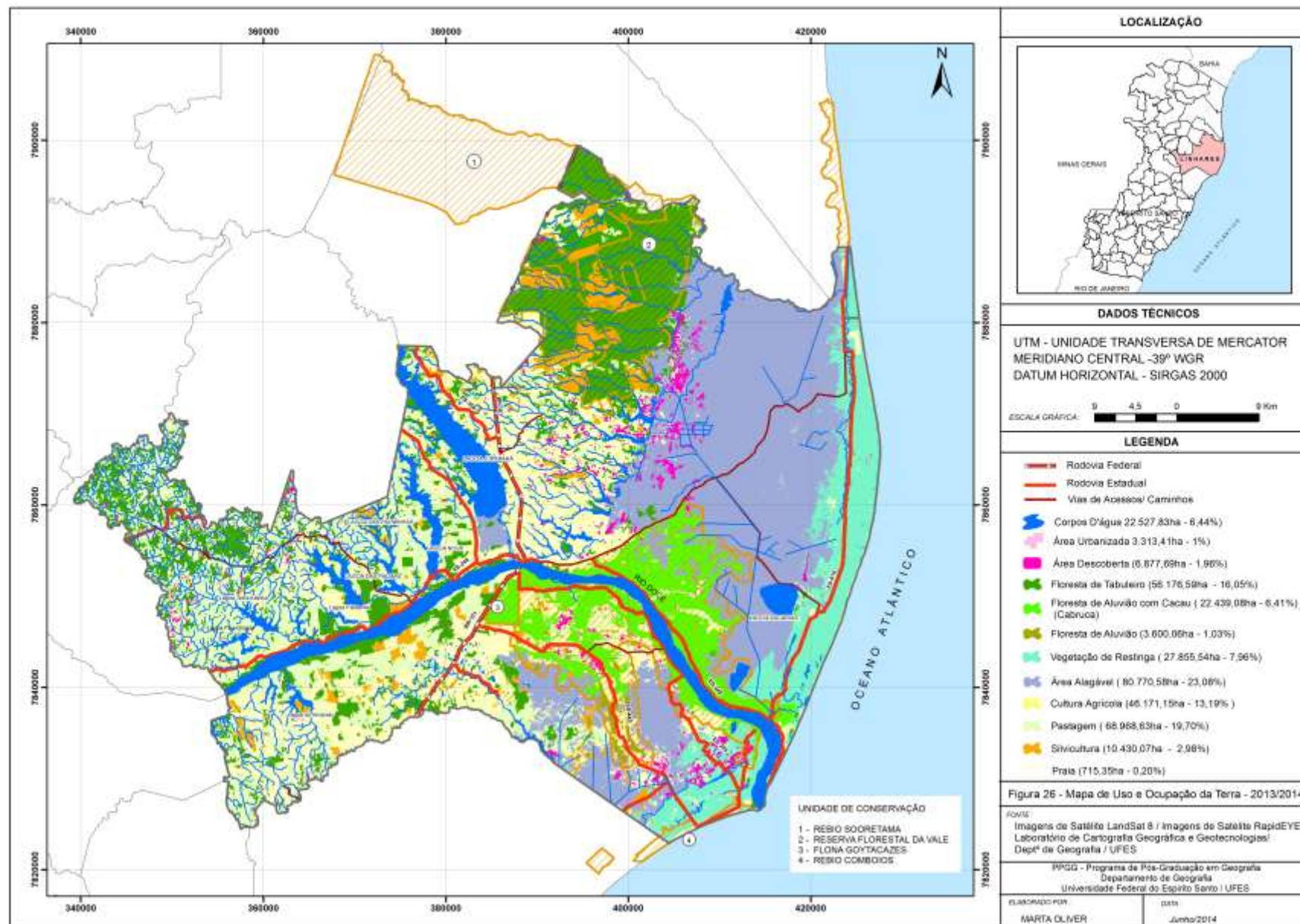
89





Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

90



Na classificação das imagens de satélite (2013/2014) as nomenclaturas de uso e ocupação foram aplicadas de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (Tabela 6), elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013). A classificação proposta pelo IBGE (op.cit), adotou um sistema multinível de classificação com divisão em três níveis de abstração, visando atender aos mapeamentos em escalas 1:250.000 e 1:100.00.

Para o Nível I, foram definidas as 5 Classes, para o Nível II foram definidas as subclasses, para o Nível III as unidades, como pode-se observar na tabela 8.

Tabela 8 - Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra segundo o Manual Técnico de Uso da Terra, IBGE.

Nível I Classe	Nível II Subclasse	Nível III Unidades
<b>1 – Áreas Antrópicas Não Agrícolas</b>	Área Urbanizadas	Vilas; Cidades; Complexos industriais; Áreas urbano-industriais; Outras áreas urbanizadas;
	Áreas de Mineração	Minerais metálicos; Minerais não metálicos;
<b>2 – Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	Culturas Temporárias	Graníferas e cerealíferas; Bulbos, raízes e tubérculos; Hortícolas e floríferas; Espécies temporárias produtoras de fibras; Oleaginosas temporárias; Frutíferas temporárias; Cana-de-açúcar; Fumo; Cultivos temporários diversificados; Outros cultivos temporários (abóbora, trevo forrageiro, etc.);
	Culturas Permanentes	Frutíferas permanentes; Frutos secos permanentes; Espécies permanentes produtoras de fibras; Oleaginosas permanentes; Cultivos permanentes diversificados; Outros cultivos permanentes; Reflorestamento;
	Pastagens	Pecuária de animais de grande porte; Pecuária de animais de médio porte; Pecuária de animais de pequeno porte;
	Silvicultura	Cultivo agroflorestal;
	Uso não Identificado	Uso não Identificado;
<b>3 - Áreas de Vegetação Natural</b>	Área Florestal	Unidades de conservação de proteção integral em área florestal; Unidades de conservação de uso sustentável em área florestal; Terra indígena em área florestal; Outras áreas protegidas em área florestal; Área militar em área florestal; Extrativismo vegetal em área florestal; Extrativismo animal em área florestal; Uso não identificado em área florestal;
	Área Campestre	Unidades de conservação de uso sustentável em área campestre; Terra indígena em área campestre; Outras áreas protegidas em área campestre; Área militar em área campestre; Extrativismo vegetal em área campestre;

		<p>Extrativismo animal em área campestre; Uso não identificado em área campestre; Pecuária de animais de grande porte em área campestre; Pecuária de animais de médio porte em área campestre; Pecuária de animais de pequeno porte em área campestre;</p>
<b>4 – Água</b>	Águas Costeiras	<p>Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água costeiro; Terra indígena em corpo d'água costeiro; Áreas militares em corpo d'água costeiro; Outras áreas protegidas em corpo d'água costeiro; Captação para abastecimento em corpo d'água costeiro; Receptor de efluentes em corpo d'água costeiro; Geração de energia em corpo d'água costeiro; Transporte em corpo d'água costeiro; Lazer e desporto em corpo d'água costeiro; Pesca extrativa artesanal em corpo d'água costeiro; Pesca extrativa industrial em corpo d'água costeiro; Aqüicultura em corpo d'água costeiro; Uso não identificado em corpo d'água costeiro; Uso diversificado em corpo d'água costeiro;</p>
<b>5 – Outras Áreas</b>	Áreas Descobertas	<p>Unidade de conservação de proteção integral em área descoberta; Unidade de conservação de uso sustentável em área descoberta; Terra indígena em área descoberta; Outras áreas protegidas em área descoberta; Áreas militares em área descoberta; Extrativismo animal em área descoberta; Uso não identificado em área descoberta; Uso diversificado em área descoberta; Pecuária de animais de médio porte em área descoberta; Pecuária de animais de pequeno porte em área descoberta;</p>

Fonte: Organizado pela autora a partir dos elementos apresentado pelo IBGE 2013.

Na classificação para os dois mapeamentos propostos foi possível identificar as seguintes classes apresentadas nas tabelas 9 a 13:

1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas – estão associadas a esta nomenclatura todos os tipos de uso da terra de natureza não agrícola, florestal ou água, tais como áreas urbanizadas e áreas de extração mineral.



Tabela 9 – Exemplos de subclasses Áreas Antrópicas não Agrícolas.

Áreas Antrópicas não Agrícolas	
<b>Área Urbanizada</b> - corresponde a sede do município de Linhares e algumas áreas onde estão localizados os distritos pertencentes ao mesmo.	
<b>Mineração</b> - corresponde as extrações de Petróleo e algumas indústrias instaladas.	

Organizado pela autora.

2. Áreas Antrópicas Agrícolas: são terras utilizadas para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, compreendendo também as áreas alagadas, as de pastagens e a silvicultura.

Tabela 10 – Exemplos de subclasses Áreas Antrópicas Agrícolas.

Áreas Antrópicas Agrícolas	
<p>Cultivo temporários - com plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio (cana-de-açúcar, feijão, mandioca e milho);</p> <p>Cultivos permanentes - são plantas que se produzem por vários anos sucessivos sem a necessidade de novos plantios após colheita (banana, borracha, cacau, café, coco, goiaba, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, palmito, pimenta-do-reino e tangerina);</p>	
<p>Pastagem - áreas destinadas ao pastoreio do gado, com solo coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas.</p>	
<p>Silvicultura - floresta fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose.</p>	

Área alagável - são áreas alagadas em períodos chuvosos, estão presentes principalmente sobre cordões arenosos e depressões intercordões com a presença de formações vegetais inundadas e inundáveis de restinga e brejo.



Organizado pela autora.

3. Áreas de Vegetação Natural - compreende um conjunto de estruturas florestais e campestres, considerando as florestas e campos originais (primários) e alterados, as formações florestais espontâneas secundárias arbóreas, as arbustivas, as herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas.

Tabela 11 – Exemplos de subclasses Área de Vegetação Natural

Áreas de Vegetação Natural	
Floresta de Aluvião com Cacau - são áreas com presença de Cabruças <sup>10</sup> , em áreas de sub-bosques com elementos florísticos removidos para o plantio de cacau.	
Floresta de Aluvião – considerada como uma floresta estacional semi-decidual ribeirinha, com influência fluvial sazonal correspondente à Floresta estacional semi-decidual aluvial, que se desenvolve às margens do rio Doce em função do afloramento do lençol freático.	
Floresta de Tabuleiro – a floresta de tabuleiros é assim denominada por ocupar as formas tabulares da Formação Barreiras sobre influência do oceano Atlântico, que possui até 5 extratos (sinúsias) e seu interior difere da vegetação de encosta, onde não há disputa pela luz solar. Faz parte da Mata Atlântica.	

<sup>10</sup> Cabruca é uma denominação regional conferida às plantações de cacau (*Theobroma cacao*) que é realizada à sombra das florestas.

**Vegetação de Restinga – (porte arbustivo)**  
referindo-se às fitofisionomias existentes sobre depósitos arenosos costeiros (cordões litorâneos, terraços marinhos, dunas, esporões e pontais arenosos, tômbolos, praias e ilhas/praias-barreiras).



**Vegetação de Restinga – (porte arbóreo)**  
referindo-se às fitofisionomias existentes sobre depósitos arenosos costeiros (cordões litorâneos, terraços marinhos, dunas, esporões e pontais arenosos, tômbolos, praias e ilhas/praias-barreiras).




Organizado pela autora.



4. Águas - Incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos de água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica), além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías.

Tabela 12 - Exemplos de Águas.

Águas	
<p>Águas Continentais: corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.</p>	

Organizado pela autora.

5. Outras Áreas – áreas que não se enquadram nas categorias acima.

Tabela 13 – Exemplos de Subclasses Outras Áreas.

Outras Áreas	
Áreas descobertas - dunas e extensões de areia ou seixos no continente; áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal; rocha nua exposta.	
Praias - De acordo com Muehe (1999), as praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentar alta mobilidade, se ajustam às condições de ondas e marés atuando como um importante elemento de proteção do litoral. São ambientes compostos basicamente de água e areia onde a dinâmica de ondas e marés determinará sua estrutura e classificação.	

Organizado pela autora.

Serão discutidos os percentuais de cada tipo de uso e ocupação, bem como a classificação em Subclasse – Nível II (IBGE, 2013) no capítulo dos resultados obtidos, uma vez que nesse momento apenas utiliza-se o mapa de uso e cobertura da terra para caracterizar a área em estudo do ponto de vista da cobertura vegetal existente.





Quanto aos procedimentos técnico-operacionais foi elaborado um fluxograma visando apresentar as etapas da pesquisa, conforme Figura 27.

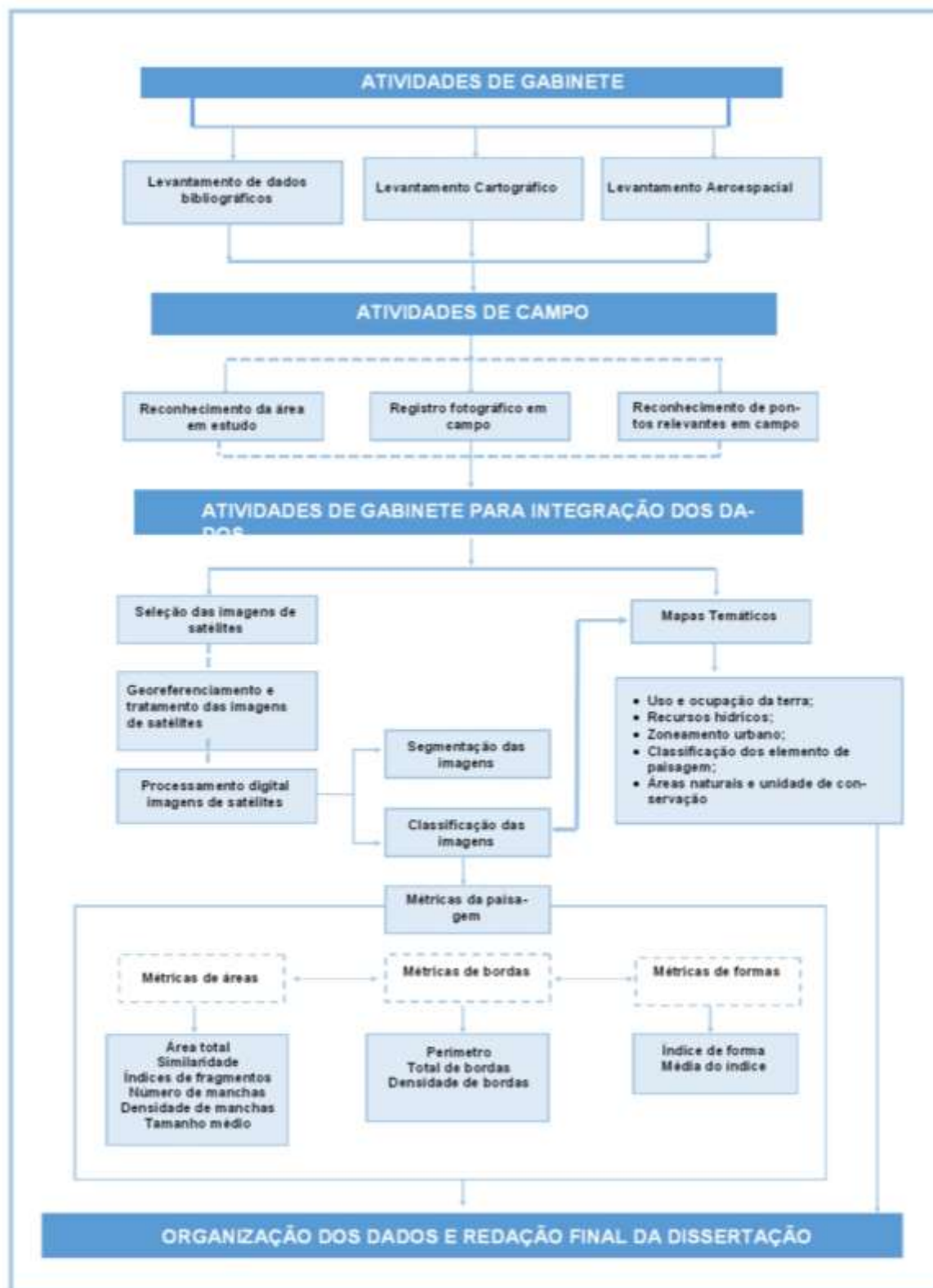


Figura 27 – Fluxograma das atividades operacionais. Elaborado pela autora.

#### 4.1 – A Importância do SIG em Ecologia da Paisagem

Na década de 1970 surge a importância de analisar os processos ecológicos em escalas espaciais amplas com muita frequência. Os cientistas tornaram-se seriamente interessados nos efeitos de padrão espacial em fenômenos ecológicos, incluindo padrão e no processo mais amplo espacial.

Representados pela área temática com um "novo" da Ecologia da Paisagem, esses foram cada vez mais desafiados a desenvolver planos de manejo que incorporaram grandes áreas e períodos de tempo longos, bem como para colocar projetos específicos num contexto espacial para as análises.

Apesar da necessidade a criação e utilização de grandes conjuntos de dados espacialmente, essas análises foram muito difíceis, pois, as ferramentas necessárias para criar, armazenar e a manutenção de tais conjuntos de dados simplesmente não existia.

Consequentemente, os cientistas foram temerosos na seleção de tópicos de pesquisa, as escalas espaciais e hipóteses. Foram similarmente limitados ao que poderia ser conseguido com múltiplas sobreposições e apresentação de algumas alternativas estáticos baseados em mapas.

O advento do SIG revolucionou Ecologia da Paisagem trazendo uma básica análise espacial aplicada. As ferramentas existem agora para reunir, armazenar, manipular, analisar e apresentar grandes conjuntos de dados espacialmente. Hoje os cientistas podem fazer perguntas que são muito mais sofisticadas e complexas em número e escala do que eles poderiam a aproximadamente dez anos atrás. Na verdade, muitos esforços anteriores as análises espaciais são críticas, à luz do exponencial aumento do tamanho das áreas e fenômenos que podem agora ser pesquisadas usando imagens de satélites e manipulados através do SIG.

Naveh (2001), designa SIG e Sensoriamento Remoto como *"as mais importantes ferramentas holísticas para a análise, planejamento e gestão da paisagem"*.

O SIG é utilizado para documentação, a visualização e a análise de fenômenos, possibilitando ter a caracterização das alterações de cada ponto.

A política florestal e análise ambiental entrou igualmente em um novo milênio com as novas ferramentas e capacidade altamente interativas que eles fornecem. Gestores de recursos, os tomadores de decisão e todos os interessados podem acessar e manipular os mesmos grandes conjuntos de dados. O SIG, permitiu a disseminação das informações em maior velocidade, contribuindo fortemente para o desenvolvimento conceitual e tecnológico das pesquisas.

## 4.2 – Seleção dos Satélites e das Imagens

Com a ferramenta de sensoriamento remoto é possível conhecer formas geográficas do relevo da Terra, identificando características métricas como área, perímetro, localização e tipologia de uso e de ocupação. Os dados coletados são transformados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como uma ferramenta indispensável que possibilita a realização de estudos consistentes para planejar e ordenar a paisagem e suas constantes modificações espaço temporais.

O tratamento dos dados, no que se refere à preparação dos mesmos para iniciar uma análise, gerar uma base de dados em formato digital, contendo os diversos planos de informação devidamente georeferenciados, é indispensável em qualquer projeto que envolva análise espacial em ambiente SIG. Isso permite que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto possam ser facilmente acessadas e se estabeleçam todas as possíveis correlações sobre os temas, e que se façam diversos tipos de operações matemáticas sobre os dados, desde as mais simples até as mais complexas.

Dessa forma para realizar o mapeamento do uso e cobertura da terra foi utilizada a técnica de sensoriamento remoto com o uso de imagens de satélites orbitais. Foi realizado o processamento digital das imagens através do *software* Spring 5.2.6, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, disponibilizado gratuitamente no site do instituto. Foi utilizado também o *software* ArcGis 10.1 (desenvolvido pelo Instituto ESRI), cuja licença de uso foi o do Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias do Departamento de Geografia da Ufes, para tratamento dos dados gerados, elaboração dos mapas temáticos e, por fim, o uso do *software* Fragstats, de uso gratuito, para a geração das métricas da paisagem.

Serão apresentados a seguir conceitos sobre as técnicas de integração temática de dados, que constituem uma importante ferramenta de auxílio para visualização, tratamento e análise dos dados.

Para realizar o mapeamento, primeiramente foram selecionadas uma série de imagens do satélite *LandSat5* e *Landsat8*, para os anos de 1985 (data de passagem 03/02/1985, 22/07/1985 e 03/08/1985) e 2013/2014 (data de passagem de 19/07/2013, 09/02/2014 e 11/02/2014). As imagens de satélite foram adquiridas no site do INPE. As seleções seguiram critérios a partir do percentual de cobertura de nuvens de 50% presentes nas imagens para o estudo. Trata-se de uma região com grande quantidade de nuvens, por esse motivo foi necessário utilizar diferentes datas de imageamento. A utilização de dois tipos de satélites deu-se pelo fato de que as imagens do *Landsat5*, começaram a apresentar problemas nos sensores para a aquisição das imagens a partir do ano de 1995, já se tornando um pouco obsoleto devido as restrições dos seus

sensores, em comparação com outros satélites, como o atual Landsat 8, a partir do qual utilizou-se as imagens para mapeamento da área em estudo no recorte temporal de 2013/2014.

➤ Características do satélite *LANDSAT5*

Para a interpretação das imagens para o ano de 1985, foram aplicadas a composição das bandas 3(vermelho/red), 4(verde/green) e 5 (Azul/blue), nas datas de 03/02/1985, 22/07/1985 e 03/08/1985, orbita- ponto 215/73,215/74, 216/73 .

**Banda 3 (0,630 - 0,690  $\mu\text{m}$ ) Visível**

Muito utilizada para discriminação entre espécies de plantas e delinear solo e feições culturais. Permite um bom contraste entre áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação. (ex.:solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo sujo e floresta). Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana e identificar áreas agrícolas.

**Banda 4 (0,760 - 0,900  $\mu\text{m}$ ) Infravermelho próximo**

Permite identificar culturas agrícolas, enfatizando a diferenciação solo/agricultura e água/solo. Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia, permitindo a análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto e queimadas.

**Banda 5 (1,550 - 1,750  $\mu\text{m}$ ) Infravermelho médio**

Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar o stress hídrico da vegetação. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite. Pode ser usada para discriminação entre nuvens, neve e gelo.



Figura 28 – Exemplo de imagem LandSat 5 (órbita/ponto 215-73) – resolução espacial 30m, Bandas 3(R), 4(G), 5(B).  
Fonte: Organizado pela autora.

➤ Características do satélite LANDSAT8

Para a interpretação das imagens para o ano de 2013 e 2014, foram aplicadas a composição das bandas 6 (vermelho/red), 5 (verde/green) e 4 (Azul/blue), nas datas de 19/07/2013, 09/02/2014 e 11/02/2014, órbita- ponto 215/73, 215/74, 216/73 .



Figura 29 – Exemplo de imagem LandSat 8 (órbita/ponto 215-73) – resolução espacial 30m, Bandas 3(R), 4(G), 5(B). Fonte: Organizado pela autora.



Figura 30 – Exemplo de fusão de imagem LandSat 8 (215-73) – resolução espacial 15m, Bandas 6(R), 5(G), 4(B).  
Fonte: Organizado pela autora.

#### ➤ Características do satélite RapidEye

A missão RapidEye é formada por 5 microssatélites multispectrais, foi lançado em 29 de Agosto de 2008, em um único foguete russo (DNEPR-1), seu controle é feito por uma empresa privada alemã. O desenvolvimento da missão ocorreu em parceria com uma empresa canadense de astronáutica, a qual forneceu os sistemas e pré-processamento de dados e o armazenamento de imagens dos satélites.

Os cinco satélites são formados por sensores REIS (RapidEye Earth Image System) e possibilitando a obtenção de imagens da Terra em cinco faixas espectrais, sendo estas, o Azul (440–510nm), Verde (520-590nm), Vermelho (630-685nm), Red-Edge (690-730nm), sensível a alterações do teor de clorofila das plantas e Infravermelho Próximo (760-850nm), com uma área imageada de 77,25 km. O período de revisita dos satélites é de 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir). A resolução espacial oferecida pelo sensor é de 6,5 metros e 5 metros nas ortoimagens.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) adquiriu a cobertura completa do Brasil em imagens do satélite RapidEye. A partir da assinatura de acordos de cooperação técnica com o MMA, a Embrapa e outros órgãos públicos podem utilizá-las em ações e pesquisas.

Estas imagens foram utilizadas no trabalho para checar de áreas que tiveram classes amostrais confundidas pela similaridade da resolução espectral, permitindo assim melhor visualização e análise dos resultados.





Figura 31 – Exemplo de imagem RapdEye, orbita/ponto(215-73) – resolução espacial 5m, composição 2(B),4(R)3(G).  
Fonte: Organizado pela autora.

#### 4.3 – A aplicação das Métricas de Paisagem

O papel das métricas de paisagem é medir a composição das manchas da paisagem, levando em conta a diversidade e abundância dos tipos de manchas, a configuração espacial, bem como o caráter espacial, arranjo e posição dos elementos da paisagem. Além disso, as métricas da paisagem, podem ser aplicadas na caracterização dos elementos individuais da paisagem, (como por exemplo as manchas (patch) individuais, também chamadas por alguns autores como remendos), nos elementos de mesmo tipo como por exemplo os tipos de manchas (*patches*), ou classes da cobertura da terra e por último todo o mosaico de manchas. Dessa forma as métricas servem para caracterizar uma diversidade de padrões espaciais, o qual tem uma influência grande nos processos ecológicos.

Entender interação entre padrões e processos espaciais é o principal foco da Ecologia da Paisagem. Pelo fato das métricas apresentarem versatilidade para caracterizarem uma gama de padrões espaciais, facilitando o entendimento das relações dos processos, elas fornecem diversidades de aplicações.

Por causa das relações entre padrões e processos, as métricas da paisagem ou seja, as medidas de padrão de paisagens espaciais podem informar sobre as funções da paisagem, muitas vezes difíceis ou impossíveis de medir diretamente. Neste sentido, as métricas da paisagem podem

ajudar a responder perguntas e fornecer informação científica quantitativa que pode levar a reflexões sobre as relações qualitativas (JONGMAN, 1999; VERBOO; WAMELINK, 1999; BOTEQUILHA, LEITÃO; AHERN, 2002).

As métricas da paisagem muitas vezes mensuram vários aspectos relacionados ao padrão da paisagem e a maioria das métricas de paisagem é correlacionada entre si, porque há apenas alguns dados primários de medições que podem ser feitos a partir de amostras (tipo de mancha, área, borda, e tipo de vizinho), e a maioria das métricas são então derivadas a partir destas medidas primárias.

## 4.4 – Softwares Utilizados na Pesquisa

### 4.4.1 – Spring

#### ➤ Segmentação por Crescimento de Regiões

**P**ara o Processamento Digital das imagens de satélite Landsat 5 e 8 pelo Spring, primeiramente foram importadas as imagens para o Spring e no segundo momento foi realizada a segmentação das imagens considerando o índice de similaridade 5 por 5 pixels em área, para os anos de 1985 e 2013/2014.

A segmentação automática trata-se de um processo de análise de pixels (agregação de pixels em função da sua semelhança com os pixels vizinhos) com intuito de extrair os objetos relevantes para a aplicação. Divide-se a imagem em regiões para o agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas.

Este algoritmo tem como origem um “pixel-semente” e, posteriormente, agrupa os pixels adjacentes que possuem características similares e que satisfazem os critérios de similaridade e de área. O primeiro critério é o limiar, abaixo do qual duas regiões são consideradas similares e então agrupadas. O segundo é o valor da área mínima dado em número de pixels, para que uma região seja individualizada (Figura 32), após a entrada dos parâmetros é gerada uma malha para as regiões selecionadas como mostra a Figura 33.



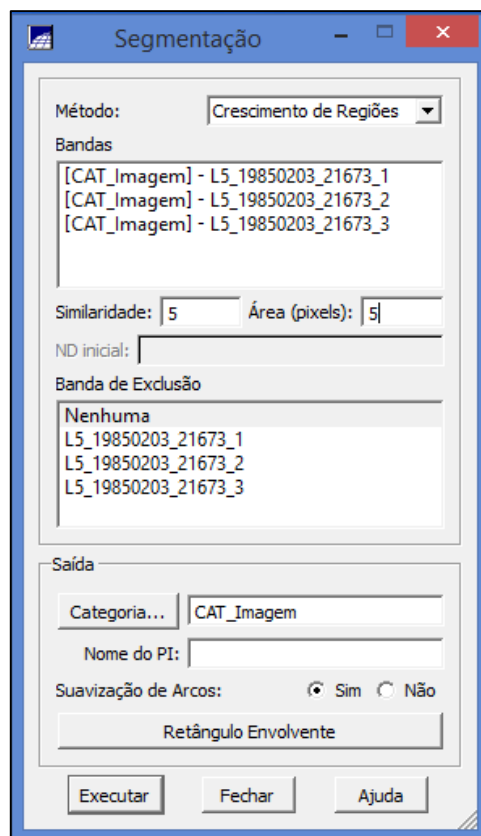


Figura 32 – Tela de inserção de dados para segmentação por crescimento de regiões no software *Spring 5.2.6*.

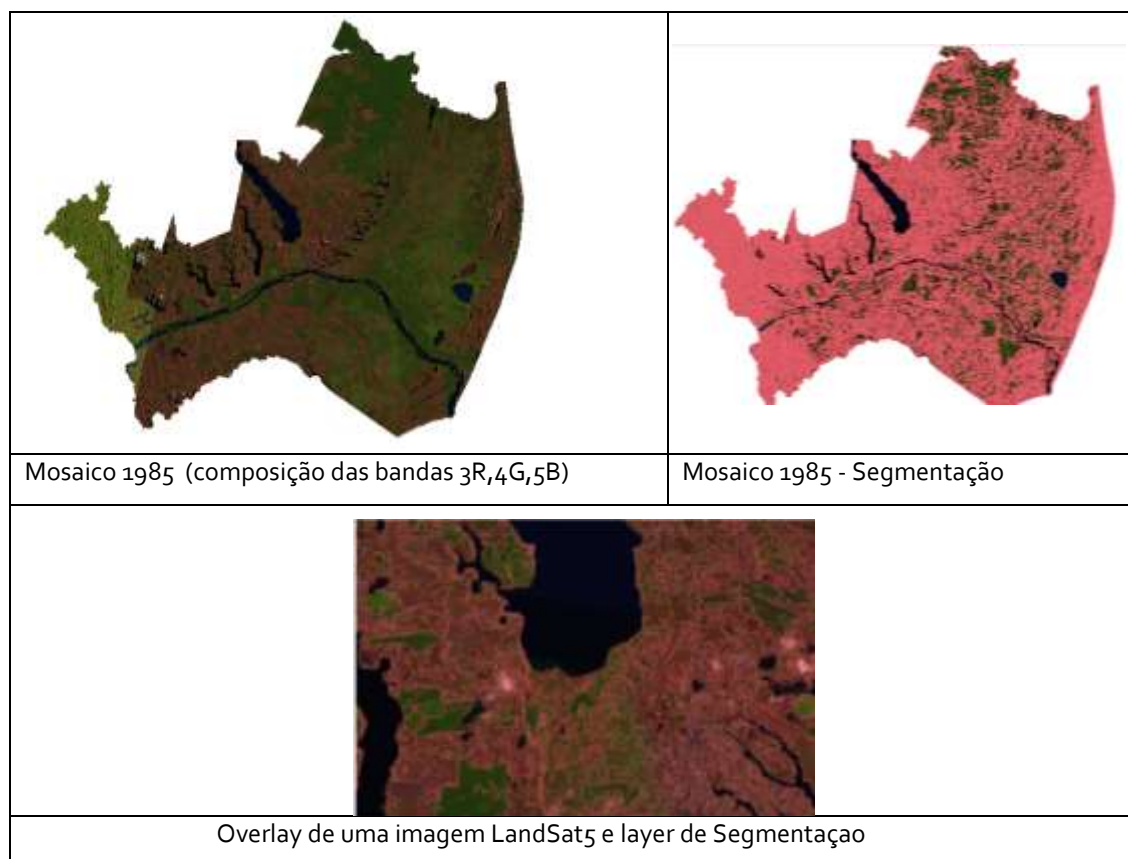


Figura 33 - Detalhe do resultado de uma segmentação de imagem de satélite. Fonte: Organizado pela autora.

### ➤ Classificação de Imagens

A Classificação é o processo de extração de informação em imagens que visa reconhecer os padrões e os objetos homogêneos. Essa técnica é utilizada em sensoriamento remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. O resultado de uma classificação digital é apresentado por meio de classes espectrais (áreas que apresentam características espectrais idênticas).

Para a classificação multiespectral foi realizado o treinamento supervisionado ou seja, identificação de uma área na imagem representada para uma determinada classe, utilizando o algoritmo MAXVER. Que classifica os pixels ou regiões para cada classe. Para a classificação supervisionada é necessário realizar seguir o primeiro passo que é o treinamento (escolha das amostras) o qual tem a função de reconhecer a assinatura espectral das classes, visando um refinamento para o melhor resultado no mapeamento final.

Após a escolhas das amostras (em média foram selecionadas um total de 200 amostras), foi realizada a função de classificação *Bhattacharya* com limiar de aceitação das amostras em 99%, para melhor aproveitamento dos pixels selecionados nas amostras. Na análise das amostras foi possível observar que 100% das amostras foram relacionadas as classes direcionadas, não havendo a confusão entre uma amostra e uma classe, como por exemplo, as amostras de pastagem, foram reconhecidas 100% na amostragem realizada, assim sucessivamente para as outras classes.

Foram selecionadas diversas amostras, com variadas formas de ocorrências em cada classe para sua caracterização e posterior classificação da imagem de satélite, com o objetivo de uma maior precisão possível.

Foi utilizada a função de classificação *Bhattacharya*, que trata-se de um classificador supervisionado por regiões, que mede a distância entre as distribuições de probabilidade de classes espectrais. Esse classificador, é o mais indicado por pesquisadores, pelo fato de que ao utilizar amostras de treinamento, o algoritmo é capaz de reconhecer com maior exatidão as classes de uso e cobertura da terra. Para esse classificador, pode-se destacar a eficácia ao delimitar os limites entre elementos das classes avaliadas.

Após a classificação foi realizada a pós-classificação para melhor padronização das classes, eliminando os pontos isolados, criando uma imagem com menor ruído. A Figura 34, apresenta uma imagem da tela do sistema, demonstrando como se realiza os procedimentos apresentado anteriormente.

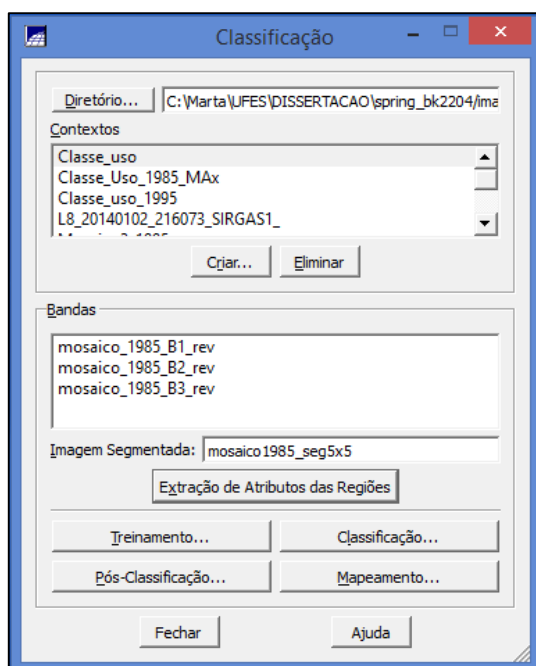


Figura 34 – Tela de inserção de dados para classificação de uma imagem do software *Spring* 5.2.6.  
Fonte: Organizado pela autora

#### 4.4.2 – Fragstats

As métricas da paisagem vêm sendo utilizadas em trabalhos e pesquisas de maneira progressiva por ecólogos e geógrafos para quantificar as paisagens. O principal motivo que estimulou o aumento de demanda dessas métricas e a sua aplicação em Ecologia da Paisagem foi a disponibilização de recursos computacionais cada vez mais eficazes.

A partir do ano de 1993 o software *Fragstats*, uma ferramenta inserida gratuitamente através da internet, passando a ser acessível a quem tiver interesse, teve um papel ímpar na área de Ecologia da Paisagem, disponibilizando inúmeras métricas em um único pacote. As métricas são interpretadas e implementadas em linguagem computacional.

O *Fragstats* é um *software* que calcula a estrutura da paisagem usando mais de 50 métricas da paisagem. Ele foi desenvolvido por Kevin McGarigal e Barabara J. Marks, na Universidade "Oregon State University". Trata-se de um programa de estatísticas espaciais, projetado para quantificar a composição, configuração e conectividade dos objetos espaciais dentro de uma imagem *raster*. Ele foi projetado para quantificar as extensões e as distribuições espaciais dos fragmentos (p.e., polígonos) representados em imagens digitais.

As métricas utilizadas estão apresentadas na Tabela 14 a seguir, as quais foram elaboradas através do *Software Fragstats*, tendo como origem o *shapefile* gerado pela classificação do uso e cobertura da terra.

Para o processamento das métricas foi necessário selecionar alguns parâmetros, sendo 16 para as manchas [*patch metrics*], 18 para as classes [*class metrics*] e 13 para a paisagem [*Landscape metrics*], conforme mostra a Figura 35 que refere-se à tela do *software Fragstats*. No interior de cada um destes grupos as métricas são agrupadas por mancha, classe e paisagem, aplicando fórmula matemática para cada uma das métricas.



Figura 35 – Modelo de tela inicial do *Fragstats*.

### ➤ Métricas de Área

As métricas de área são bases para o conhecimento da paisagem. São métricas de grande utilidade para estudos ecológicos e de ordenamento territorial, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões das manchas da paisagem para existir. É muito importante saber quanto de área de uma classe existe na paisagem, de forma a saber quanto pode afetar negativa quanto positivamente o fluxo e a manutenção de espécies animais e vegetais (biodiversidade), pelo fato das mesmas dependerem dos tipos de fragmentos. Dentre as métricas existentes, para essa pesquisa foram utilizados os parâmetros elencados na Tabela 14.

### ➤ Métricas de Manchas

Estas medidas representam a configuração da paisagem, sendo de grande importância essas informações por elas caracterizarem os fragmentos através dos números de fragmentos, tamanho médio, a densidade e a variação. Estas métricas permitem que se ordene por grau de

fragmentação, heterogeneidade de fragmentos, ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem.

➤ Métricas de Bordas

Estas medidas representam a configuração da paisagem. Os vários fenômenos ecológicos se caracterizam pela quantidade total de bordas, e a informação sobre as bordas (que pode caracterizar pelo padrão espacial o efeito de borda).

➤ Métricas de Forma

O tamanho e forma dos fragmentos de paisagem podem influenciar inúmeros processos ecológicos importantes. Sua forma pode influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte, e pode influenciar as estratégias de fuga de certos animais.

➤ Métricas de Vizinho mais Próximo

São métricas que se baseiam na distância de vizinho mais próximo nos três níveis de fragmento, classe e paisagem. Vizinho mais próximo é definida com o a distância de um fragmento para o fragmento que está à sua volta, é do mesmo tipo, e baseado na distância borda-a-borda.

Estas métricas quantificam a configuração da paisagem. A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e têm implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos (Tabela 14).

Tabela 14 – Métricas (tipos e parâmetros da paisagem).

MÉTRICAS DA PAISAGEM		
	Tipo	Parâmetros <sup>11</sup>
Métricas de Área	Mancha	<b>Área da Mancha</b> – (em hectare)
	Classes	<b>CA</b> – Área da Classe <b>% LAND</b> – Percentagem da paisagem (exatamente igual a LSIM) <b>TA</b> – Área total da paisagem (em hectare). <b>LPI</b> – Índice de paisagem (maior % da paisagem ocupada pela maior mancha da classe).
	Paisagem	<b>TA</b> – Área total da paisagem (em hectares) <b>LPI</b> – Índice de mancha (maior % da paisagem ocupada pela maior mancha da classe)
Métricas das Manchas	Classes	<b>NP</b> – Número de manchas existentes na paisagem <b>PD</b> – Densidade das manchas (número de manchas da classe em 100 ha de paisagem) <b>AREA_MN</b> - Tamanho médio das manchas (média entre as áreas em hectares, de todas as manchas da classe).
Métricas de Bordas	Manchas	<b>PERIM</b> – Perímetro das manchas (inclusive as áreas vazadas)
	Classes	<b>TE</b> – Total de bordas (soma de todas as bordas da classe) <b>ED</b> – Densidade de bordas (TE dividido pela área total em hectares)
	Paisagem	<b>TE</b> – Total de bordas (soma de todas as bordas da classe) <b>ED</b> – Densidade de bordas (TE dividido pela área total em hectares)
Métricas de Forma	Classes	<b>LSI</b> – Índice de forma da paisagem (soma dos limites da paisagem e de todos os segmentos de borda dentro dos limites que envolvem a classe, dividida pela raiz quadrada da área total da paisagem) <b>MSI</b> – Índice de forma média (média do índice SHAPE para as manchas da classe correspondente)
Métricas de Vizinho mais Próximo	Mancha	<b>NEAR</b> - Distância do vizinho mais próximo <b>PROXIM</b> – Índice de proximidade <b>ENN_MN</b> – Distância média do vizinho mais próximo <b>MPI</b> – Índice de proximidade média
	Classes	<b>ENN_MN</b> – Distância média do vizinho mais próximo <b>MPI</b> – Índice de proximidade média
	Paisagem	<b>MN_N</b> – Distância média do vizinho mais próximo

Organizado pela autora.

<sup>11</sup> Todas siglas dos parâmetros das métricas da paisagem estão em inglês.



### 5.1 – Seleccionando a Matriz e Classificando as Manchas

Segundo os critérios estabelecidos por Forman; Godron (1986), para ser considerada como matriz de uma paisagem, o elemento da paisagem deve cobrir mais de 50% da área da paisagem tomada. Além desse critério, ***quando não ocorre esse percentual, deve-se observar o elemento que apresenta maior grau de conectividade, de continuidade bem como o controle exercido sobre a dinâmica da paisagem.***

Para alcançar o resultado de qual seria a matriz da paisagem foi fundamental analisar a área nos seus dois recortes temporais, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra do município de Linhares, tanto para 1985 como para 2013/2014. Diante das características encontradas para a análise das tipologias de uso, optou-se por utilizar a Classe - Nível I fornecida pelo IBGE (2013) para definir a matriz da paisagem. Uma vez que nenhum elemento isolado da paisagem apresentou-se com mais de 50% de área do recorte, a opção pela Classe - Nível I de uso e cobertura da terra parece ser a ideal.

Nesse sentido, as **Áreas Antrópicas Agrícolas** perfaziam em 1985 um total de 57,84%, compreendendo 202.439,22ha e em 2013/2014 contam com um percentual de 58,95%, abrangendo 206.340,43ha. Portanto, pode-se dizer que a matriz da paisagem nos dois recortes temporais analisados, que representa o município de Linhares, é uma matriz de **Áreas Antrópicas Agrícolas** (Gráficos 1 e 2 e Figuras 37 e 38). De fato, como será visto agora, as subclasses que são abrangidas pela Classe – Nível I do IBGE (2013) ditas como Áreas Antrópicas Agrícolas são as **Áreas Alagáveis**, as de **Cultivo Agrícola**, as de **Pastagem** e as de **Silvicultura**.

Todavia, se faz necessário uma análise de todos os tipos de uso e cobertura da terra, uma vez que esse é um dos objetivos propostos nessa pesquisa.

Conforme se observa nos Gráficos 1 e 2, quanto ao percentual de cada subclasse para os dois recortes temporais da paisagem do município de Linhares, a subclasse que apresenta maior percentual é a mancha da **área alagável** com 22,42% em 1985 (78.471,24 ha) e 23,08% em 2013/2014 (80.770,58 ha). Vale ressaltar que essa mancha em períodos de estiagem é utilizada para pastagem, cuja cobertura vegetal é predominantemente herbácea com ocorrência da espécie taboa (*Typha domingensis*) e as do gênero *Brachiaria*. Pode-se observar que as manchas de **áreas alagáveis** estão distribuídas no quadrante superior direito, apresentando também 3 manchas menores no quadrante inferior direito da área em estudo, além de outras menores distribuídas na paisagem de forma desconectadas, não exercendo, portanto, o papel de controle na dinâmica da paisagem, em ambos os recortes espaciotemporais (Figura 36).

A maior parte das manchas de Área Alagável pode ser considerada como **Manchas de Perturbação ou Distúrbio**, pois o alagamento das áreas se dá em função do excesso de



precipitação ou pelo extravasamento dos corpos d'água presentes na paisagem. Algumas áreas alagáveis, entretanto, constituem **Manchas de Recursos Naturais**, pois são áreas de brejos naturais que ocorrem nas depressões intercordões praias. Entretanto, na escala utilizada não foi possível individualizar o brejo natural das áreas alagáveis de perturbação.

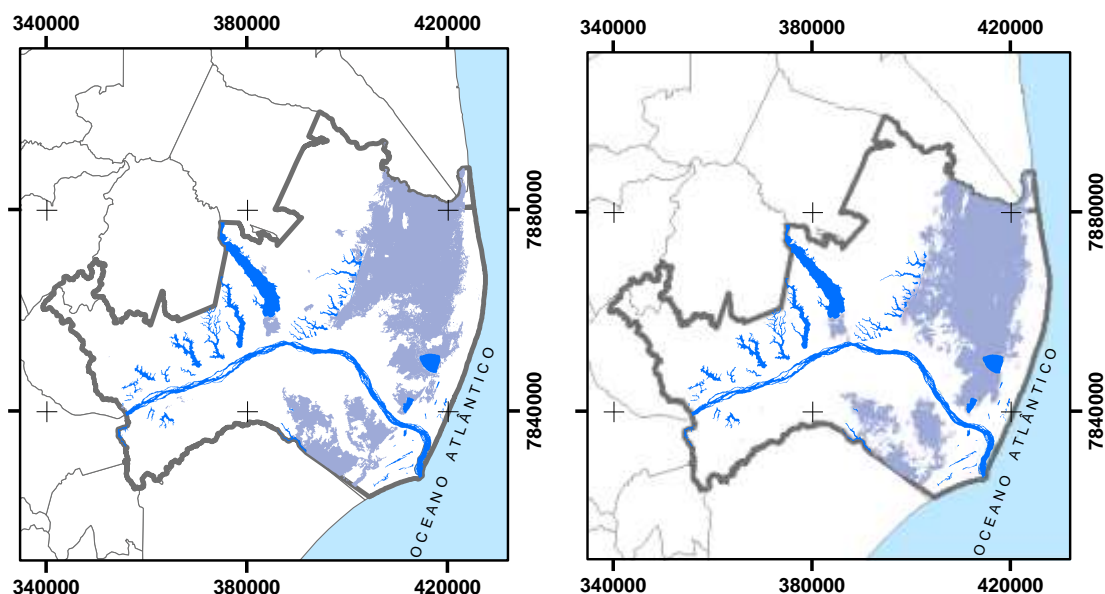


Figura 36 – Espacialização da mancha de **área alagável** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.

Os mapas que se referem à classificação das manchas estão apresentados nos Anexos 1 e 2 .

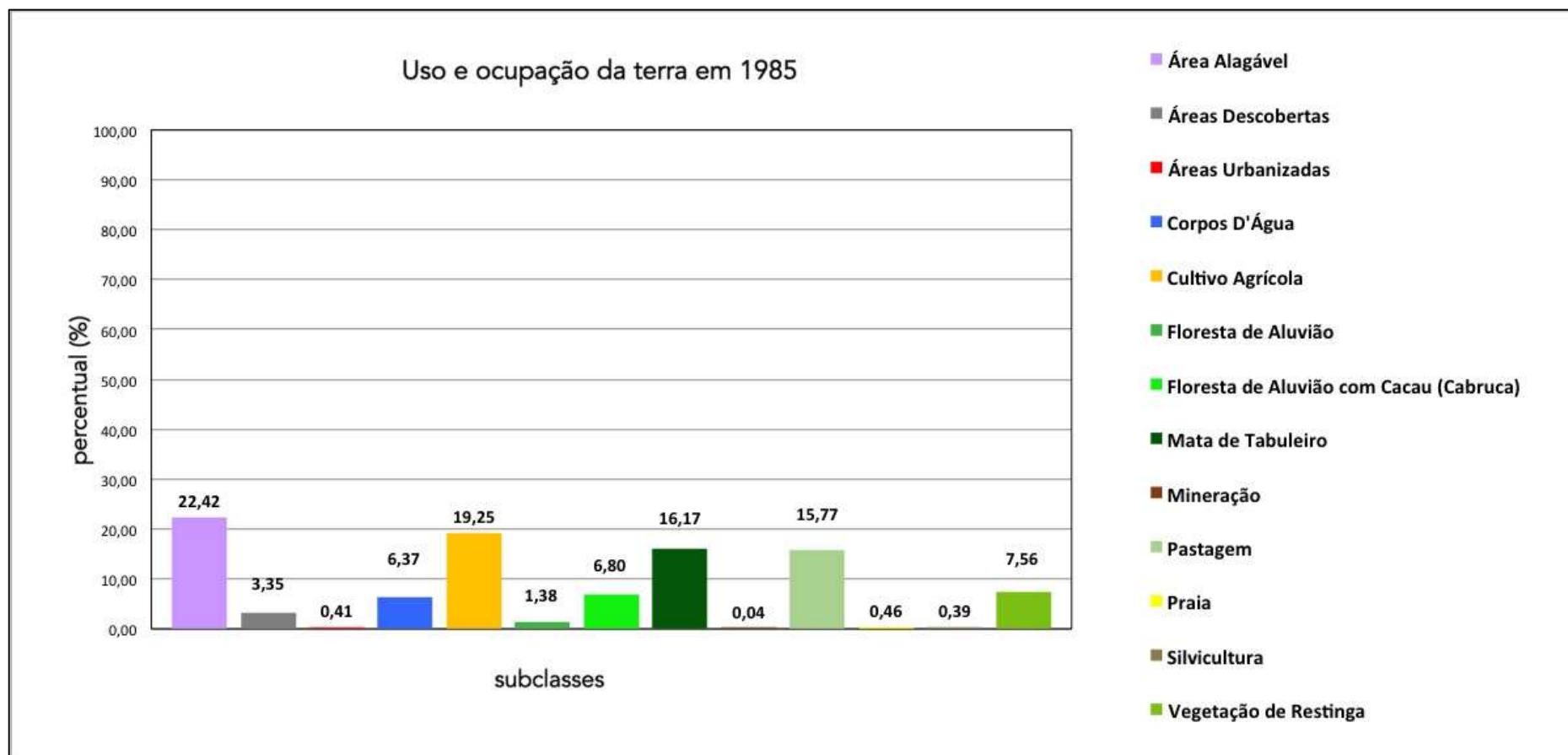


Gráfico 1 – Percentuais de subclasses de uso e cobertura da terra na paisagem do município de Linhares (ES), em 1985.  
Organizado pela autora.

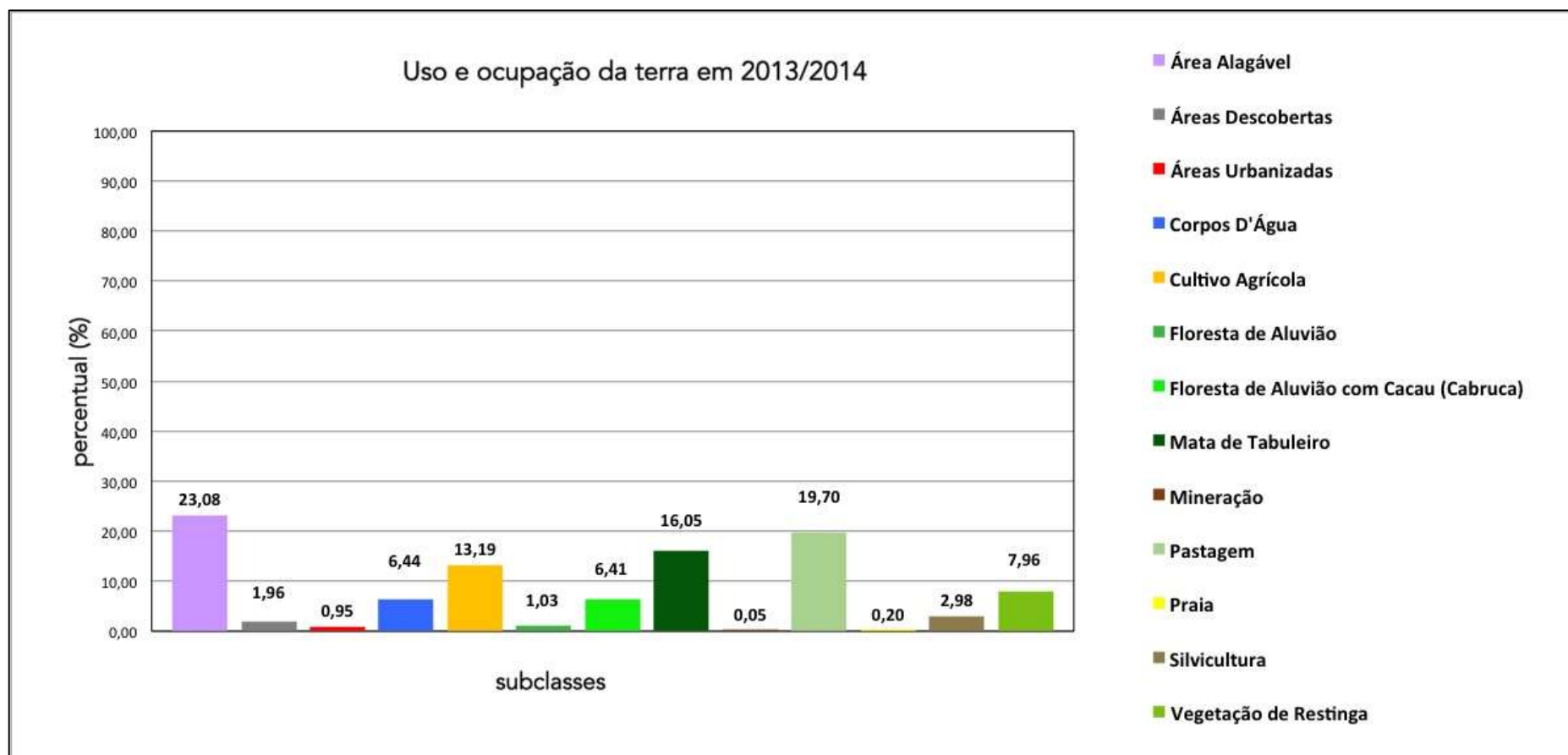
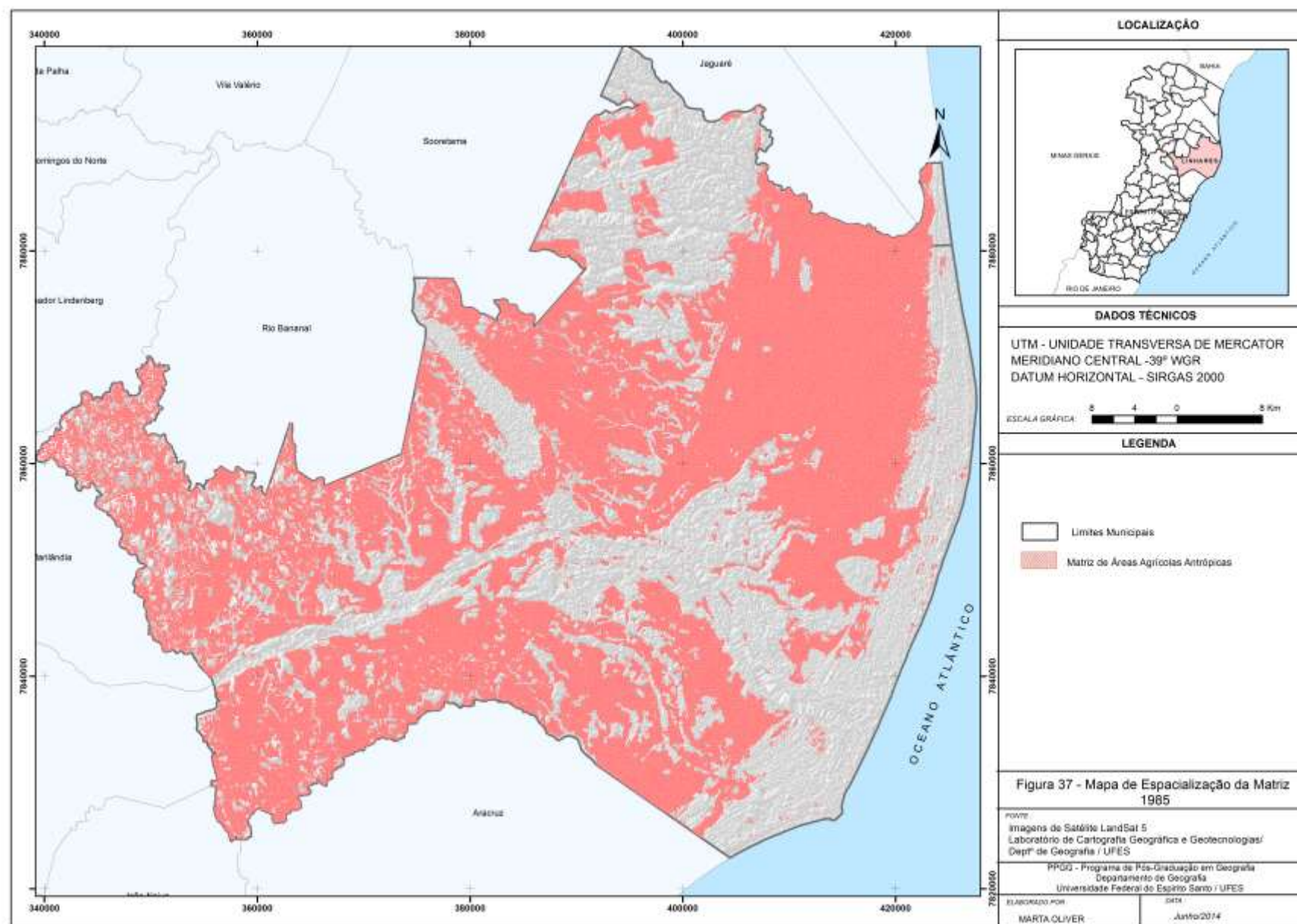


Gráfico 2 – Percentuais de subclasses de uso e cobertura da terra na paisagem do município de Linhares (ES), em 2013/2014.  
Organizado pela autora.

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

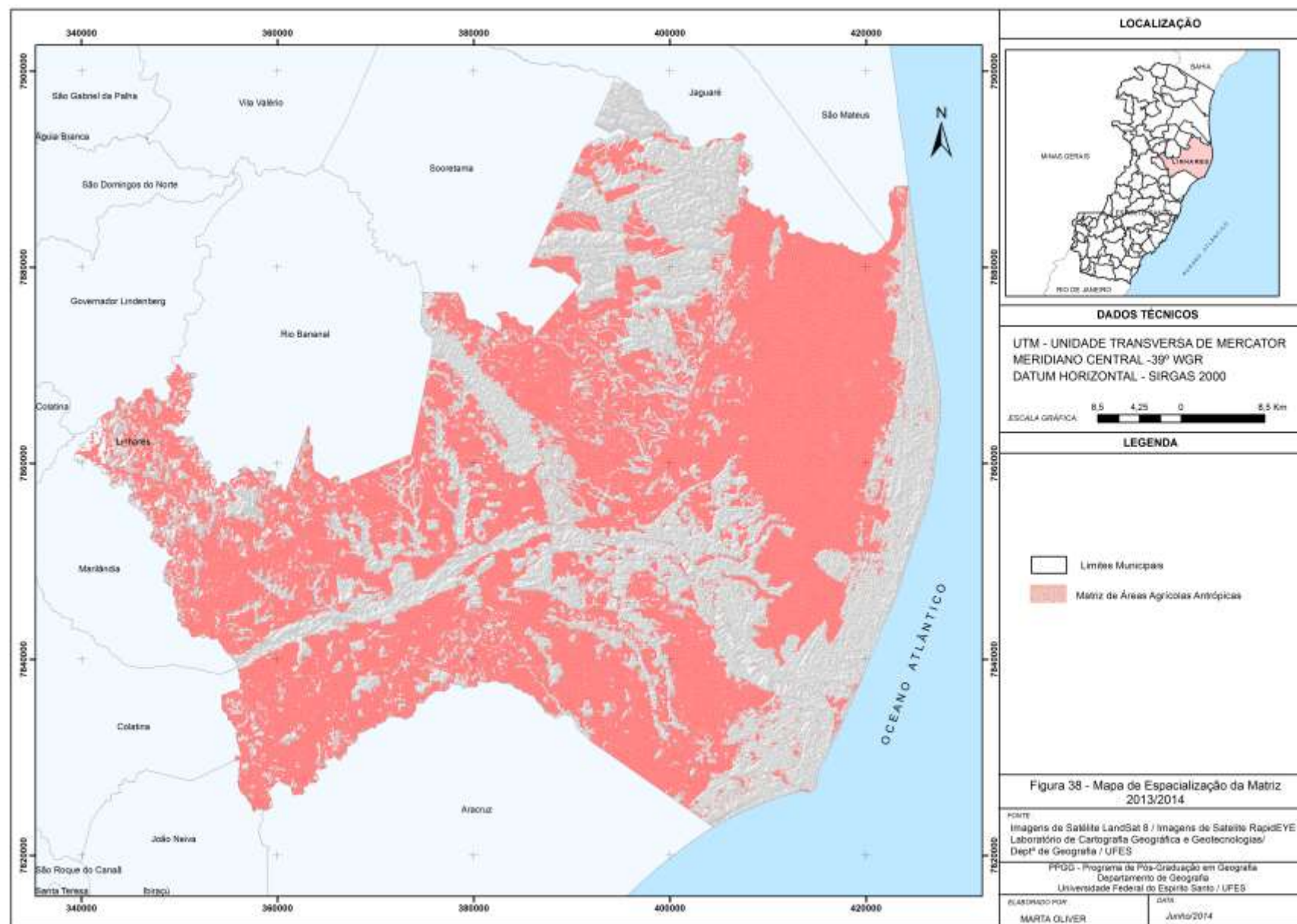
120





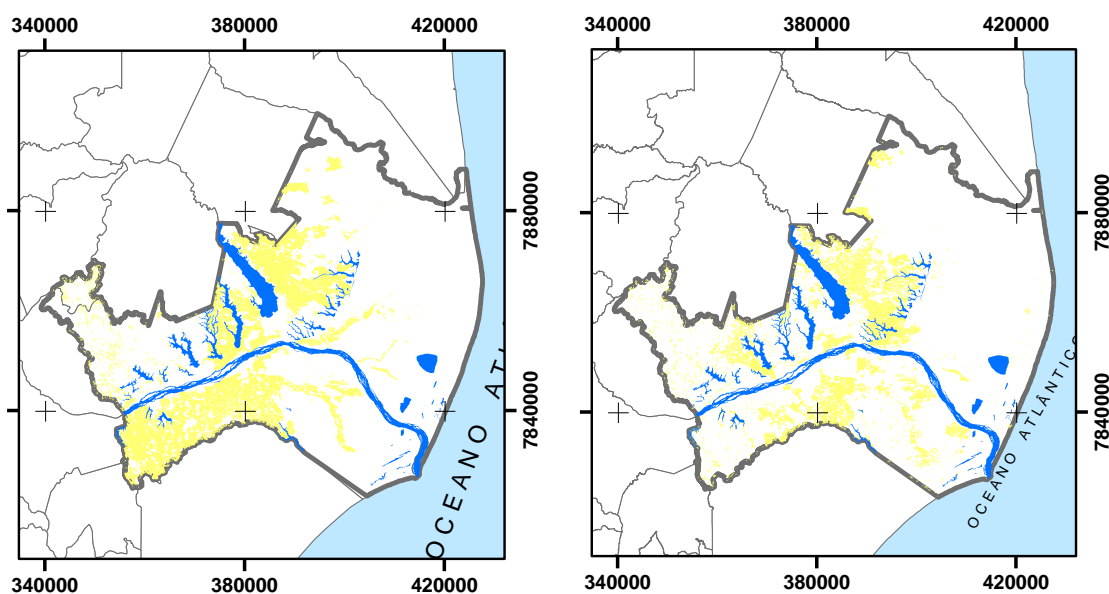
Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

127



Ainda observando os Gráficos 1 e 2 vê-se que a segunda maior mancha é a de **Cultivo Agrícola**, com 19,25% (67.389,16ha) em 1985, tendo diminuído em 2013/2014 para 13,19% (46.171,15ha). Entretanto, para os mesmos recortes temporais a mancha que representa a **Silvicultura** teve um aumento de 688%, isto significa que, enquanto em 1985 ela representava apenas 0,39% (1.375,62ha), em 2013/2014 ela passou a representar 2,98% (10.430,07ha) em relação a área total da paisagem do município. Acompanhando essa alteração, observa-se que a mancha de **Pastagem** teve um aumento considerável em suas áreas de um recorte temporal para o outro, tendo ficando com 15,77% (55.203,21ha) em 1985 e com 19,70% em 2013/2014 (68.968,63ha). Como foi visto anteriormente, essas três subclasses de usos, somadas às Áreas Alagáveis, estão agrupadas no Nível I da classificação do IBGE (2013) na **Classe de Áreas Antrópicas Agrícolas**, portanto, parece ter havido em algum momento desse intervalo entre 1985 e 2013/2014, o intercâmbio entre os quatro usos ou subclasses, ora tendo predominando uma, ora predominando outra, pois quando se observa o mapa das Figuras 39e 40, não houve alterações consideráveis nessa Classe, sendo que em 1985 as quatro juntas representavam 57,84% do total da área e em 2013/2014 o percentual era de 58,95%.

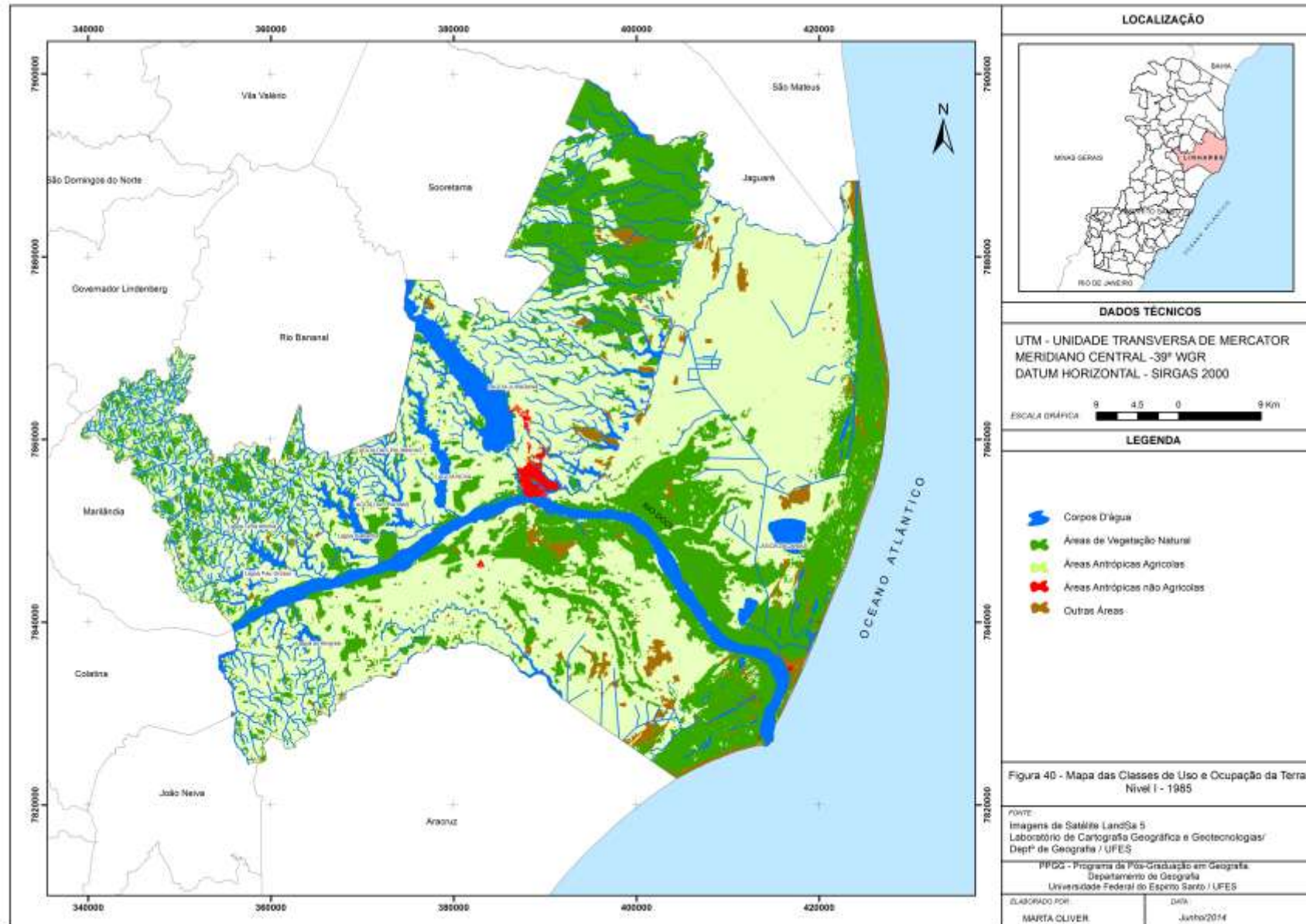
Observando as Figuras 39, 40 e 41, vê-se como estão especializadas na paisagem as manchas correspondentes ao **Cultivo Agrícola**, à **Pastagem** e à **Silvicultura**, respectivamente, nos dois recortes temporais estudados.



Figuras 39 – Espacialização da mancha de área de **cultivo agrícola** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

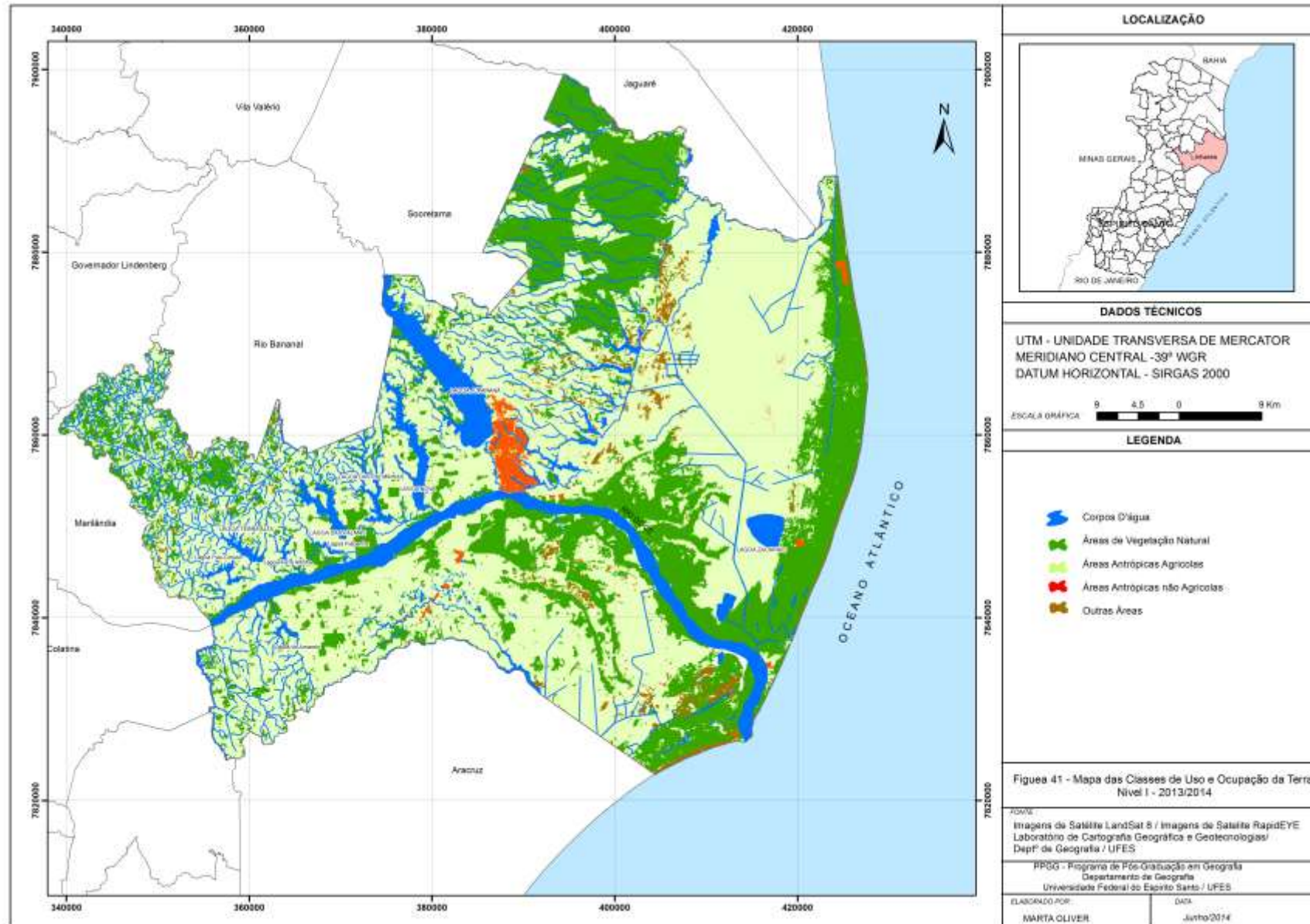
123





Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

124





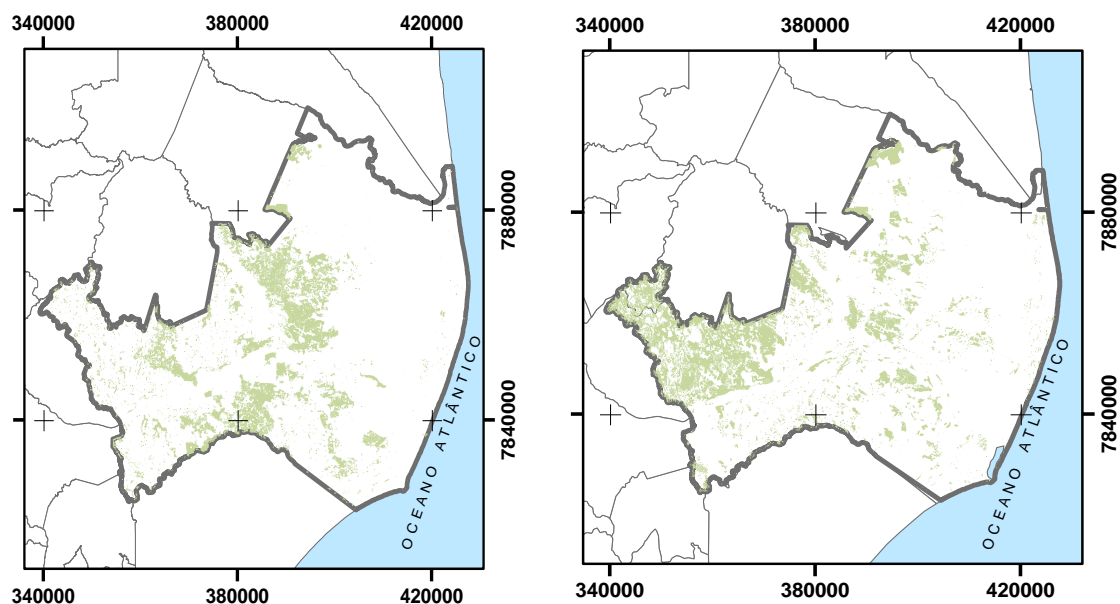


Figura 42– Espacialização da mancha área de *pastagem* na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.

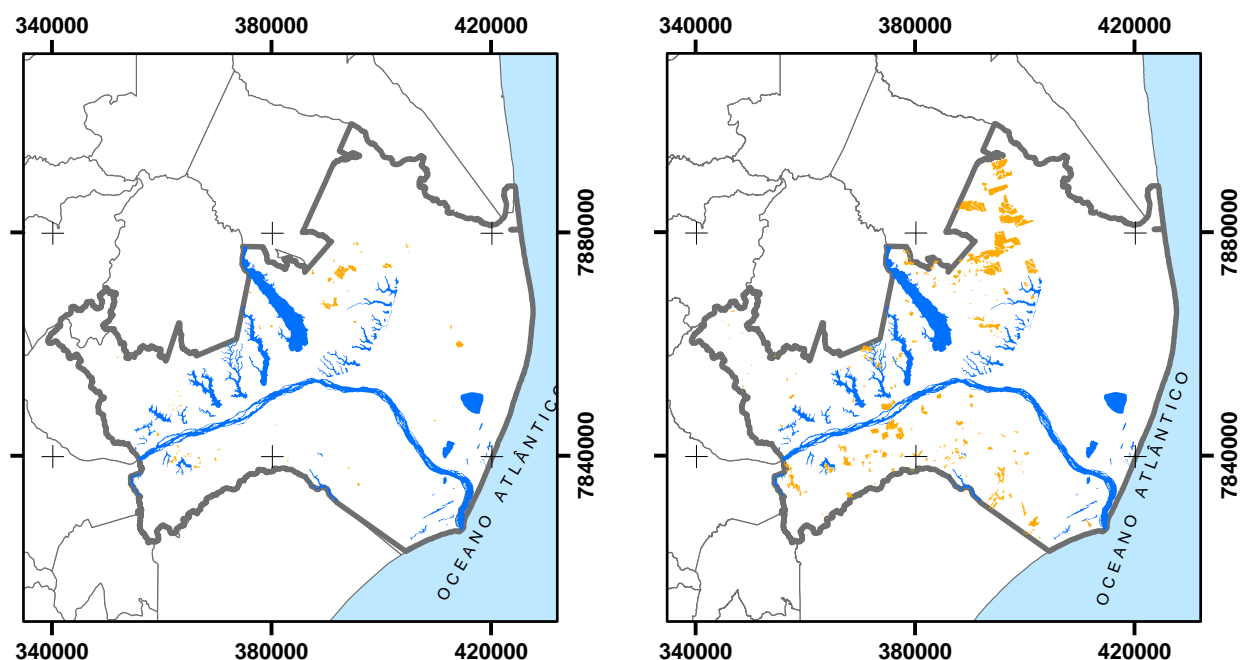


Figura 43 – Espacialização da mancha de *silvicultura* na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.

Quanto à classificação das manchas de **Cultivo Agrícola** e **Silvicultura**, ambas constituem **manchas introduzidas**, pois resultam da inserção de plantas, ora para cultivo agrícola, ora para silvicultura, muitas vezes espécies exóticas tais como o eucalipto, o café, o mamão papaya, a pimenta-do-reino, dentre outros.

Entre as manchas que compõem a paisagem estudada, observa-se que as manchas representadas pela **Floresta de Tabuleiro** chamam atenção pela fragmentação apresentada, a despeito de uma mancha maior de Floresta de Tabuleiro em ambos os recortes temporais, equivalentes a 56.616,05ha (16,17%) e 56.176,59ha (16,05%), para 1985 e 2013/2014, respectivamente, localizadas a NE da área em estudo (figura 44, 45). A diminuição de área dessa mancha pode estar associada ao fato de que há algumas inserções de áreas de silvicultura do eucalipto sendo contornadas pela floresta da Unidade de Conservação denominada por Reserva Natural Vale (Figura 44). Outras características da área coberta pela Floresta de Tabuleiro é o fato de ela ocorrer junto aos cursos d'água, muitas vezes compondo corredores de recursos hídricos, conforme se observa bem nas Figuras 45 e 46 .



Figura 44 – Silvicultura de eucalipto contornada pela Floresta de Tabuleiro em 2014 da Reserva Natural Vale.  
Fonte: Google Earth©.

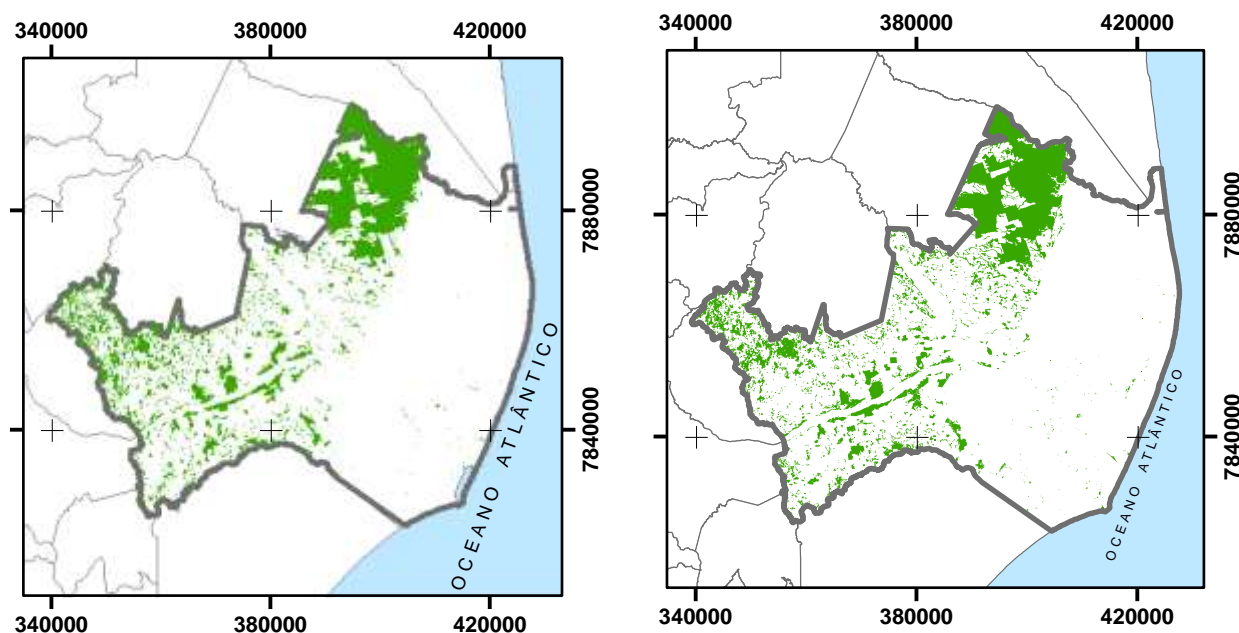


Figura 45 – Espacialização da mancha de Floresta de Tabuleiro na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.

A Floresta de Tabuleiro é uma **Mancha Remanescente**, pois consiste do que sobrou de uma cobertura vegetal original da área da paisagem, no caso a Floresta de Tabuleiro é parte da Mata Atlântica que cobria grande parte das áreas costeiras do Brasil.



Figura 46 – Floresta de Tabuleiro compondo corredores às margens do rio Doce no mirante Atahualpa D. Calmon Costa de Linhares (ES). Fonte: Foto da Autora, 2013.

Compondo a Classe de **Áreas de Vegetação Natural** (IBGE, 2013), a subclasse de **Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca)** representava, em 1985, área de 23.804,11ha, que correspondia a 6,80% e em 2013/2014 essa área era de 22.439,08ha, correspondendo a 6,41% (Figuras 47). O sombreamento ocasionado pelas Floresta de Aluvião é muito utilizado para o plantio de cacau, contribuindo, de certa forma, para a manutenção da mata ciliar do rio Doce (Figura 48).

A Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca) é considerado como **Mancha de Recurso Natural**, pois embora seja um cultivo, o cacau (*Theobroma cacao*) tem seu plantio associado ao sub-bosque da Floresta de Aluvião, fato que proporciona a manutenção da floresta que é vital para que o cacau possa desenvolver-se, uma vez que é uma planta que requer sombreamento para se desenvolver. Muitas vezes o plantio do cacau se dá sem que seja necessário o desmatamento.

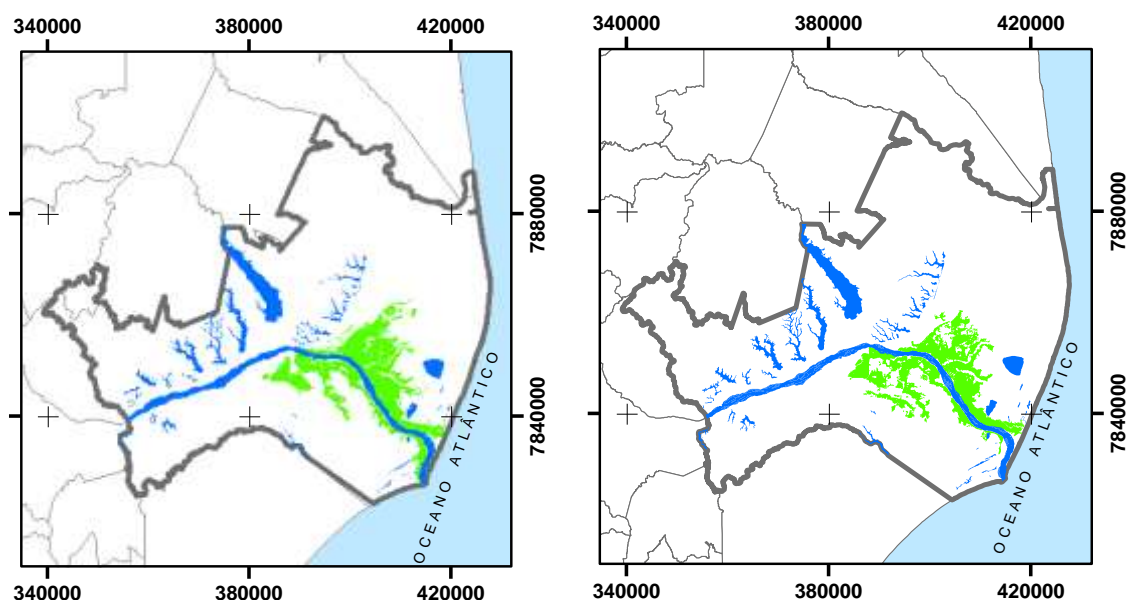


Figura 47 - Espacialização da mancha de **Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca)** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.



Figura 48 – Floresta de Aluvião com Cacao (Cabruca) em Linhares (ES).  
Fonte: Estudos Reserva de Desenvolvimento Sustentável da foz do rio Doce.

Compondo ainda a Classe de **Áreas de Vegetação Natural** encontra-se na paisagem da área em estudo a **Floresta de Aluvião**, diferindo da Cabruca apenas no que se refere a ausência de cacau plantado no seu sub-bosque. Essa área era de 1,38% em 1985, representando 4.815,01ha. No recorte temporal de 2013/2014 tal área foi suprimida para 1,03%, ficando com 3.600,06ha (Figuras 49).

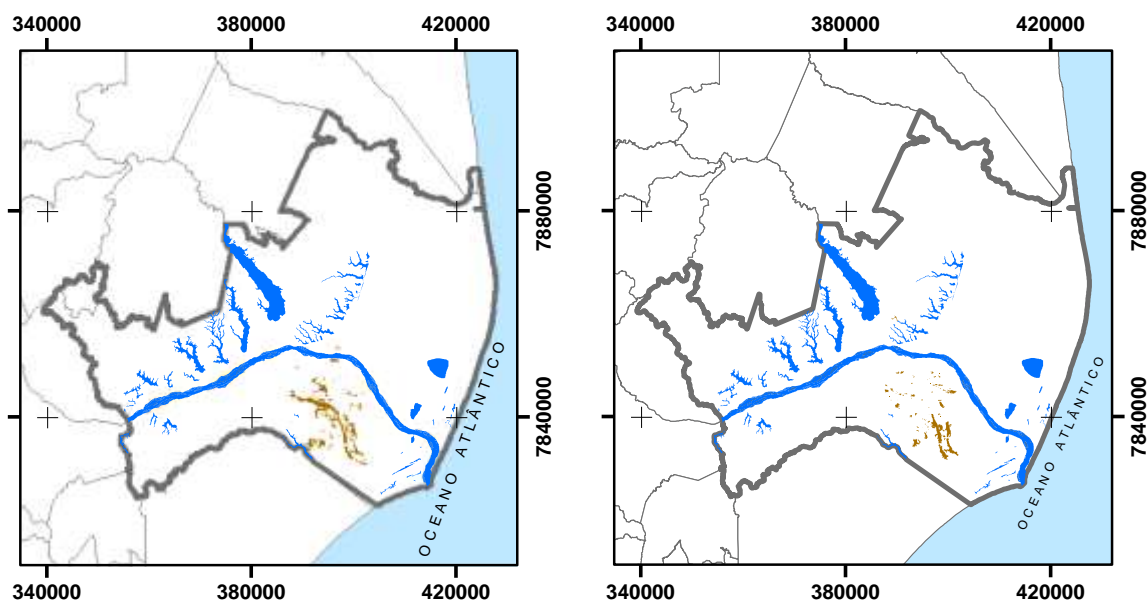


Figura 49- Espacialização da mancha de **Floresta de Aluvião** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).  
Organizado pela autora.



A Floresta de Aluvião constitui uma **Mancha Remanescente**, pois também é uma mancha que restou de uma área bem maior do que outrora fora coberta por esse tipo de vegetação.

Compondo as **Áreas de Vegetação Natural** encontra-se a **Vegetação de Restinga**, que nessa pesquisa foi considerada como um todo, embora se saiba que exista fitofisionomias distintas tais como Mata Aberta de Clusia e Ericáceas e a de Mata Seca de Restinga (FERNANDES, 2007). Na paisagem a **Vegetação de Restinga** em 1985 ocupava 7,56%, compreendendo 26.464,78ha. Já para o recorte temporal de 2013/2014 o percentual subiu para 7,96%, cuja área em hectare é de 27.855,54. Mesmo que no cômputo geral das manchas a **Vegetação de Restinga** tenha crescido, esse crescimento não deu-se de forma homogênea ao longo de sua área de distribuição (Figura 50).

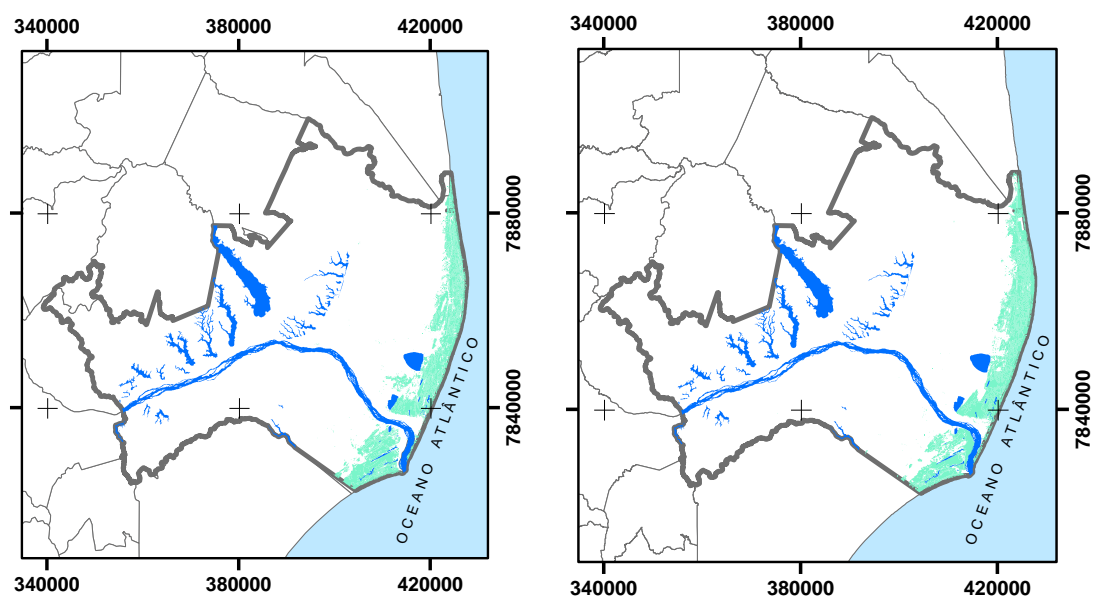


Figura 50 - Espacialização da mancha de **Vegetação de Restinga** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).



Figura 51 – Padrões fitofisionômicos da **Vegetação de Restinga** da paisagem de Linhares (ES). A figura a esquerda padrão arbustivo e a direita padrão arbóreo. Fonte: Fotos da autora, 2013.

A Vegetação de Restinga é considerada como **Mancha Remanescente**, pois o que restou dessa vegetação é apenas uma pequena porção do que havia antes distribuída pela planície costeira quaternária de uma fitofisionomia típica do litoral brasileiro.

As **Áreas Urbanizadas** fazem parte da Classe das **Áreas Antrópicas não Agrícolas** e estão subdivididas em **Área Urbanizada** e de **Mineração**. As Áreas Urbanizadas tiveram um aumento de 44% em 2013/2014 em relação a 1985. Se em 1985 elas ocupavam 1.448,82ha (0,41%) passaram a ocupar no outro recorte temporal em questão uma área de 3.313,41ha (0,95%). Esse pode ser um fator que mostra o crescimento urbano desse município, que passa por um acelerado processo de ocupação, por estar localizado em uma região com atração de novas indústrias em decorrência da exploração de petróleo e da implantação de novos serviços relacionados a essa atividade (Figura 52).

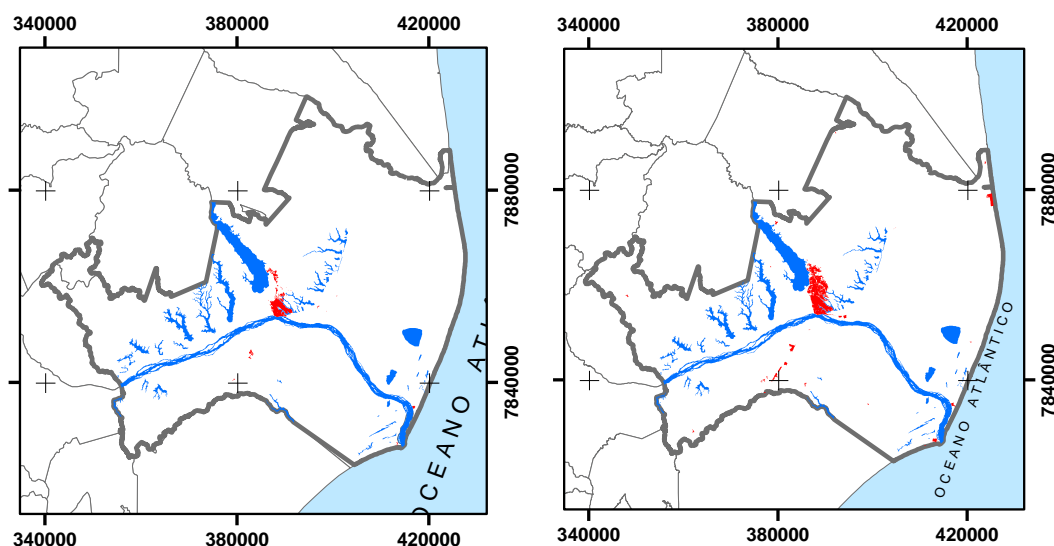


Figura 52 - Espacialização da mancha de Áreas Urbanizadas na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).

Pode-se ver hoje a implantação de diversos condomínios residenciais nas propriedades rurais de grandes extensões de pastagens. Um dos maiores empreendimentos imobiliários já em fase de implantação no município, é o Projeto Minha Casa Minha Vida, localizado entre a ES-245 e a margem esquerda do rio Doce (Figura 53), ocupando uma área sujeita a alagamento, por estar implantado em uma área baixa, que inunda em período de cheias do rio Doce, dessa forma na enchente de 2013, as casas tiveram seus terrenos alagados como mostra a figura 53.



Figura 53 – Loteamento Nossa Casa Nossa Vida em vias de implantação, localizado à margem direita do rio Doce, na área de expansão urbana.

Fonte: Foto da autora.

Quanto às **Áreas de Mineração**, estas representam apenas 0,04% em 1985 e 0,05 em 2013/2014. Na escala com a qual foi elaborada os mapas da presente pesquisa, tais áreas não aparecem.

Tanto as manchas de Áreas Urbanizadas como as manchas de Mineração constituem **Manchas Introduzidas**, pois foram feitas pelo homem, tem origem antrópica.

Classificadas pelo IBGE (2013) como **Outras Áreas**, nessa Classe constam as **Áreas Descobertas** e as **Praias**. As primeiras contavam em 1985 com 3,35% (10.419,92 ha) e em 2013/2014 constam como sendo apenas 1,96% da área total da paisagem (6.877,69ha). Tais áreas muitas vezes são áreas de afloramentos rochosos e solos expostos.

As Áreas Descobertas podem ser consideradas tanto como **Manchas de Recursos Naturais**, quando consistem de rocha exposta, como **Manchas de Distúrbio ou de Perturbação**, quando resultam da retirada da vegetação natural para outros usos, tais como ocupação humana, cultivo, dentre outros.



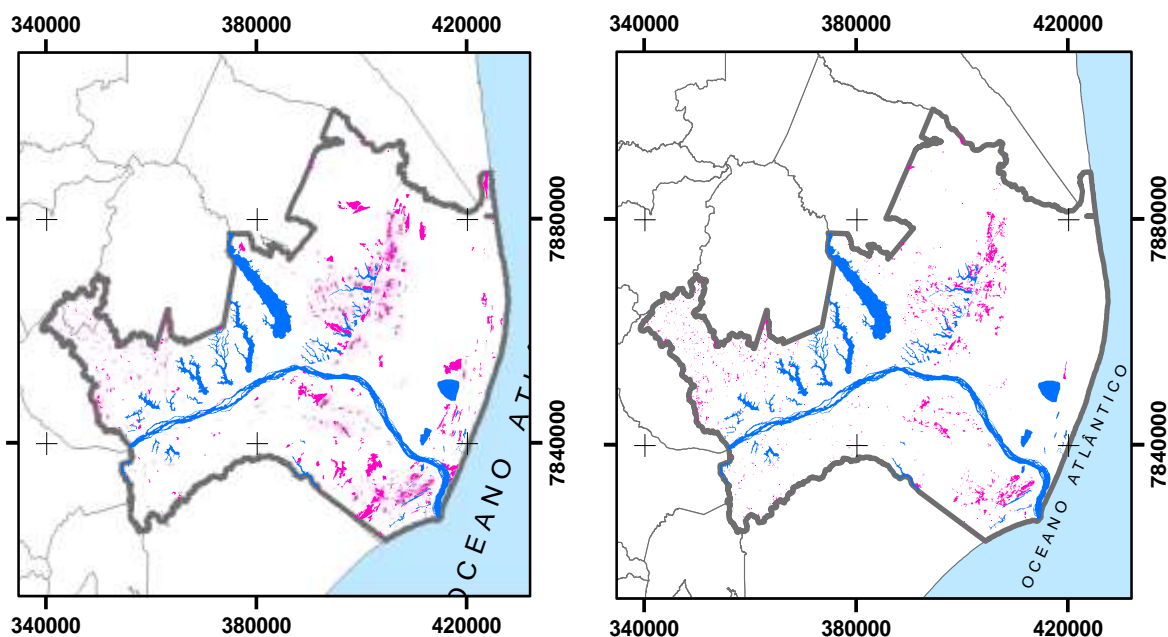


Figura 54 - Espacialização da mancha de **Áreas Descobertas** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).

Organizado pela autora.

A diminuição das **Áreas Descobertas** de 1985 para 2013/2014 pode justificar-se pelo fato de que em alguns pontos essas áreas deram lugar às áreas alagáveis, de pastagem, de cultivo agrícola e áreas urbanizadas.

Ainda nesta categoria de **Outras Áreas**, as **Praias** abrangiam em 1985 um total de área de 1.603,26ha (0,46%) e em 2013/2014 passaram a ter um total de área de apenas 715,35ha, correspondendo a 0,20%. Como a área de **Praias** está sujeita a ação das ondas e das marés, é possível que essa diminuição possa ser atribuída a posição da maré na passagem do satélite.

As Praias podem ser consideradas como **Manchas de Recursos Naturais**, pois são Áreas de Vegetação Natural com múltiplos usos, além de exercerem papel de proteção da própria linha de costa e de recreação. Além disso, a praia fornece sedimentos para que ondas e correntes mantenham em equilíbrio a dinâmica costeira.

Os **Corpos D'água** encontram-se na Classe **Águas** do IBGE (2013) e como pode ser observado nas Figuras 55, a diferença entre a área ocupada pelas massas d'água em 1985 era de 6,37% e em 2013/2014 era de 6,44%, apresentando um pequeno aumento de área coberta por água na paisagem em questão.

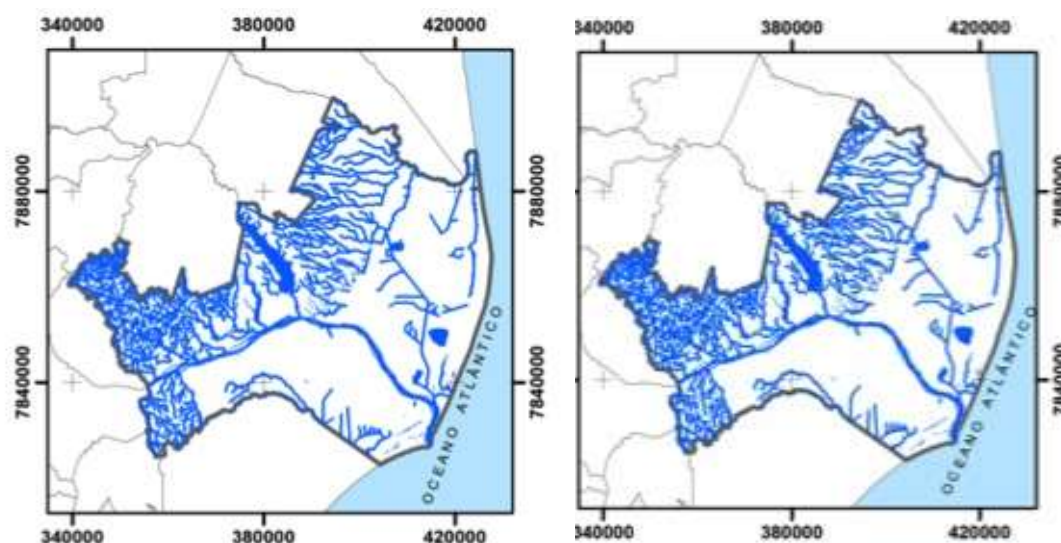


Figura 55 - Espacialização da mancha de **Corpos D'água** na paisagem do município de Linhares (ES) para o ano de 1985 (a esquerda) e para os anos de 2013/2014 (a direita).

Os Corpos D'água constituem **Manchas de Recursos Naturais** quando são compostos por rios, lagunas e lagoas naturais. Entretanto, podem ser considerados como **Mancha Introduzida** quando são criados canais artificiais para diversos fins. No caso das manchas de Corpos D'água da paisagem em estudo, tem-se os dois tipos de manchas, pois há vários canais de drenagem da planície costeira do rio Doce que foram construídos visando tanto a utilização da água para cultivo como também para drenar as áreas periodicamente alagadas.

Abaixo pode-se observar a Tabela 15 com as quantificações em hectares e em percentual das áreas abrangidas pelas 5 categorias de Classes – Nível I do IBGE (2013).

Tabela 15 - Quantificação de áreas e percentuais das classes de uso e cobertura da terra para o município de Linhares, para os anos de 1985 e 2014.

Uso e cobertura da terra (Classes)	Área (ha)	1985 %	Área (ha)	2013/2014 %
Áreas Antrópicas Agrícolas	202.439,22	57,84	206.340,43	58,95
Áreas Antrópicas não Agrícolas	1.574,50	0,45	3.493,22	1,00
Áreas de Vegetação Naturais	111.699,95	31,91	110.071,27	31,45
Corpos D'Água	22.290,14	6,37	22.527,83	6,44
Outras Áreas	12.023,18	3,44	6.877,69	1,96

Organizado pela autora.

Tabela 16 - Quantificação de áreas e percentuais das subclasses de uso e cobertura da terra para a paisagem do município de Linhares, para os anos de 1985 e 2013/2014.

Uso e cobertura da terra (Subclasse)	1985		2013/2014	
	Área (Ha)	%	Área (Ha)	%
Área Alagável	78.471,24	22,42	80.770,58	23,08
Corpos D'Água	22.290,14	6,37	22.527,83	6,44
Cultivo Agrícola	67.389,16	19,25	46.171,15	13,19
Floresta de Aluvião	4.815,01	1,38	3.600,06	1,03
Mineração	125,68	0,04	179,81	0,05
Floresta de Aluvião com Cacau (Cabruca)	23.804,11	6,80	22.439,08	6,41
Floresta de Tabuleiro	56.616,05	16,17	56.176,59	16,05
Pastagem	55.203,20	15,77	68.968,63	19,70
Praia	1.603,26	0,46	715,35	0,20
Vegetação de Restinga	26.464,78	7,56	27.855,54	7,96
Silvicultura	1.375,62	0,39	10.430,07	2,98
Áreas Descobertas	10.419,92	3,35	6.877,69	1,96
Áreas Urbanizadas	1.448,82	0,41	3.313,41	0,95
<b>Total</b>	<b>350.026,99</b>	<b>100</b>	<b>350.025,78</b>	<b>100</b>

Organizado pela autora.

## 5.2 - Métricas da Paisagem Geradas no *Fragstats*

A análise da paisagem, foi realizada para os anos de 1984 e 2013/2014 a partir do levantamento de uso e cobertura da terra, com a extração de informações referente às classes de uso (Áreas Naturais, Áreas Antrópicas Agrícolas e Áreas Antrópicas não Agrícolas, Corpos D'água e Outras áreas). Foram quantificadas e analisada as estruturas das manchas dessas classes da paisagem que abrange o município de Linhares, tais como área, borda, número, forma, área de interior, conectividade/isolamento.

As análises relacionadas à paisagem do município de Linhares foram realizadas em diferentes parâmetros selecionados no *software Fragstats 4.2*, o qual calcula as métricas em 3 diferentes classes de mancha individual, classes de uso e paisagem inteira.

As métricas realizam o cálculo com número de classes, área, densidade de mancha, tamanho da mancha, densidade de bordas, formas das manchas, vizinho mais próximo, contágio.

A seguir apresenta-se os resultados obtidos através das métricas geradas, com análise por classes e não por manchas (*patches*), considerando as **Áreas Naturais, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas Antrópicas Não Agrícolas, Corpos D'água** cujo e **Outras Áreas**. O objetivo foi quantificar e qualificar os elementos da paisagem através das métricas de paisagem, de acordo

com os parâmetros selecionados, possibilitando analisar as fragmentações florestais (manchas) distintas, aplicando-se métricas das classes de manchas oferecidas pelo *Fragstats*.

➤ Índices por classe para os anos de 1985 e 2013/2014

1. Número de Manchas (NP)

Para McGarigal (1995), o número de manchas é um índice valioso, pois ele é a base para o cálculo de outras métricas mais interpretáveis. A medida mais simples da sua configuração é o tamanho da mancha, como atributo principal para a configuração espacial de uma mancha.

O Número de Manchas é considerado o fator que pode determinar para uma população espacialmente dispersa, o número de subpopulação que a compõe. Os parâmetros de tamanho médio da mancha e a densidades da mancha, servem para medir a estrutura de uma paisagem, determinando a qualidade dos habitats que essa paisagem apresenta. Dessa forma, quanto maior o tamanho do fragmento e a proximidade entre eles, maior a estabilidade dos processos ecológicos atuando na paisagem, para garantir um melhor fluxo gênico entre os fragmentos. Quanto menor o fragmento, maior a influência dos fatores externos sobre ele, face à intensidade do efeito de borda. Os fragmentos são vulneráveis às mudanças físicas do ambiente, mas seus efeitos variam em função do seu tamanho, forma e grau de isolamento considerando-se os demais fragmentos.

O tamanho de um fragmento é muito importante para composição da comunidade da flora e fauna da paisagem e quando ocorre uma redução no tamanho, algumas espécies podem desaparecer se não houver a conservação nesses fragmentos. Além do tamanho, é importante considerar a borda, fator que pode causar mudança nas condições bióticas e abióticas do fragmento florestal (FUSHITA, 2006). Pode-se observar uma redução em todas as classes de uso das Áreas Naturais, para o ano de 2013/2014.

Segundo METZGER (1999), a fragmentação não significa apenas a perda de áreas e subdivisão de habitat contínuo em manchas isoladas, resulta também no aumento da complexidade do mosaico que pode ser avaliada por parâmetros de diversidade da paisagem e complexidade de bordas.

Os fragmentos menores, podem sofrer maior influência dos fatores externos sobre eles, pois eles são vulneráveis às mudanças físicas do ambiente, porém, seus efeitos variam em função do tamanho. Quanto mais fragmentada a área estiver, mais heterogênea será a paisagem, ficando susceptível às perturbações ou distúrbios nos ambientes.

As Áreas de Vegetação Natural consideradas as Floresta de Tabuleiro, Floresta de Aluvião, Floresta de Aluvião com Cacao, Vegetação de Restinga (Figura 56), apresentaram uma redução no número de manchas totais, de 1.091 em 1985 para 1.014 em 2013/2014, e na Área Total da Classe (CA), como mostra a Tabela 16.

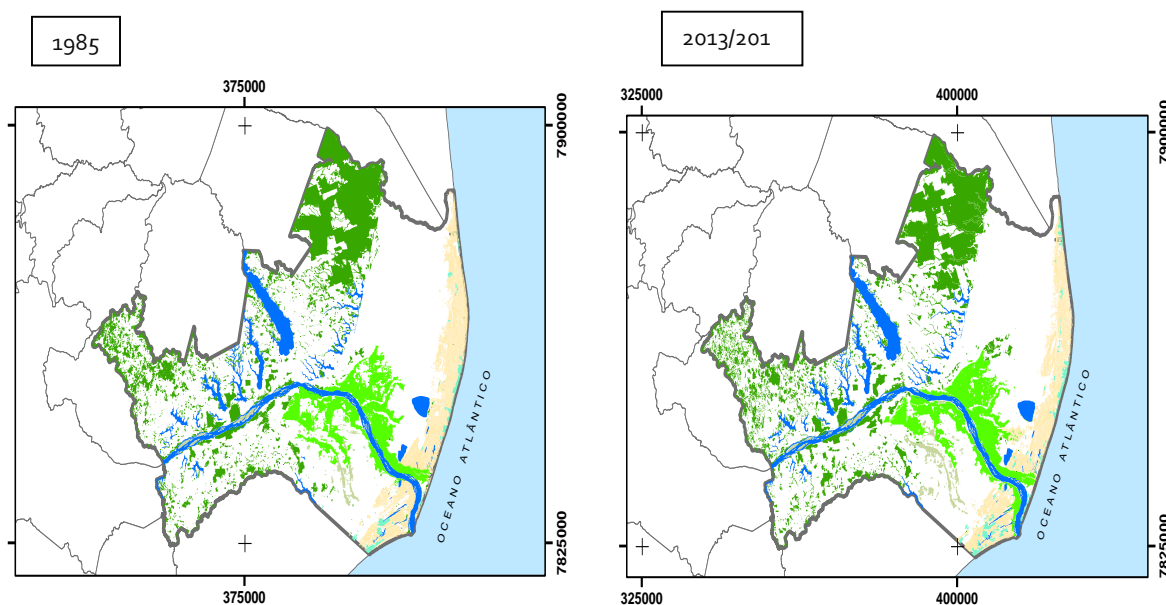


Figura 56 - Espacialização das Áreas de Vegetação Natural da paisagem do município de Linhares (1985 – 2013/2014).

Através dos valores apresentados na Tabela 17, observa-se que houve uma mudança em termos de estrutura da paisagem, em decorrência da alteração no número de manchas das Áreas de Vegetação Natural de 1985 para 2013/2014.

Antes de qualquer análise de métricas por classes, o aspecto mais expressivo é o de Área Média de Manchas por Classes de uso da terra (Tabela 17), que apresenta um crescimento médio de manchas do ano de 1985 em relação a 2013/2014 de 423 para 425 para o uso e cobertura da terra. Entretanto, não somente a média de manchas tem alteração como também o desvio padrão dessas manchas com uma redução de 356 para 324, demonstrando que o mosaico apresenta uma irregularidade gradual.

A métrica número de manchas (NP), tem o objetivo de responder quanto de manchas existem por classe à qual representa a configuração da paisagem quanto a fragmentação das manchas.

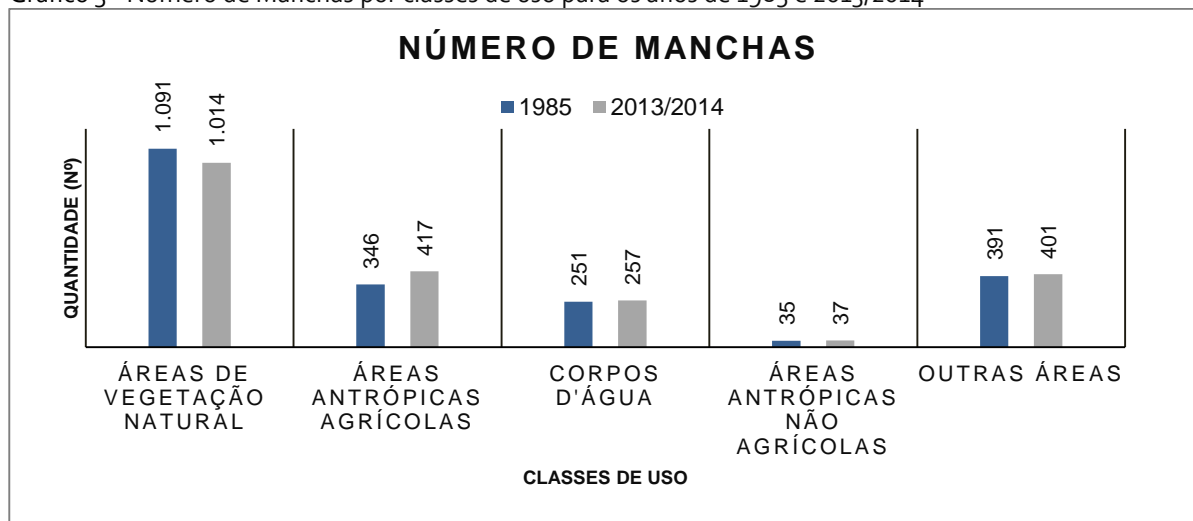
Os Gráfico 3 e 4 possibilitam visualizar a variação das manchas, com o objetivo de responder o quanto de manchas existem por classes de uso e de subclasses ao longo dos anos, e se existe a fragmentação dessas manchas. Foi possível observar que o aumento ocorreu nas áreas antrópicas agrícolas, em decorrência das alterações dos tipos de plantios.

Tabela 17 - Área Total da Classe (CA), Número de Mancha (NP) e Média de Área (AREA\_M N) para os anos de 1985 e 2013/2014.

Classes de Uso	1985			2013/2014		
	CA	NP	AREA_MN	CA	NP	AREA_MN
Áreas de Vegetação Natural	111.136,51	1.091	101,87	109.888,96	1.014	108,37
Outras Áreas	11.554,07	391	29,55	7.500,73	401	18,71
Áreas Antrópicas Agrícola	202.763,22	346	586,02	206.752,31	417	495,81
Corpos D'água	22.330,38	251	88,97	22.408,55	257	87,19
Áreas Antrópicas não Agrícola	1.602,39	35	45,78	3.436,66	37	92,88
<b>Área Média</b>	<b>69.877,314</b>	<b>423</b>	<b>170,437</b>	<b>69.997,441</b>	<b>425</b>	<b>160,592</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>77.051,621</b>	<b>356</b>	<b>209,493</b>	<b>78.605,478</b>	<b>324</b>	<b>170,412</b>

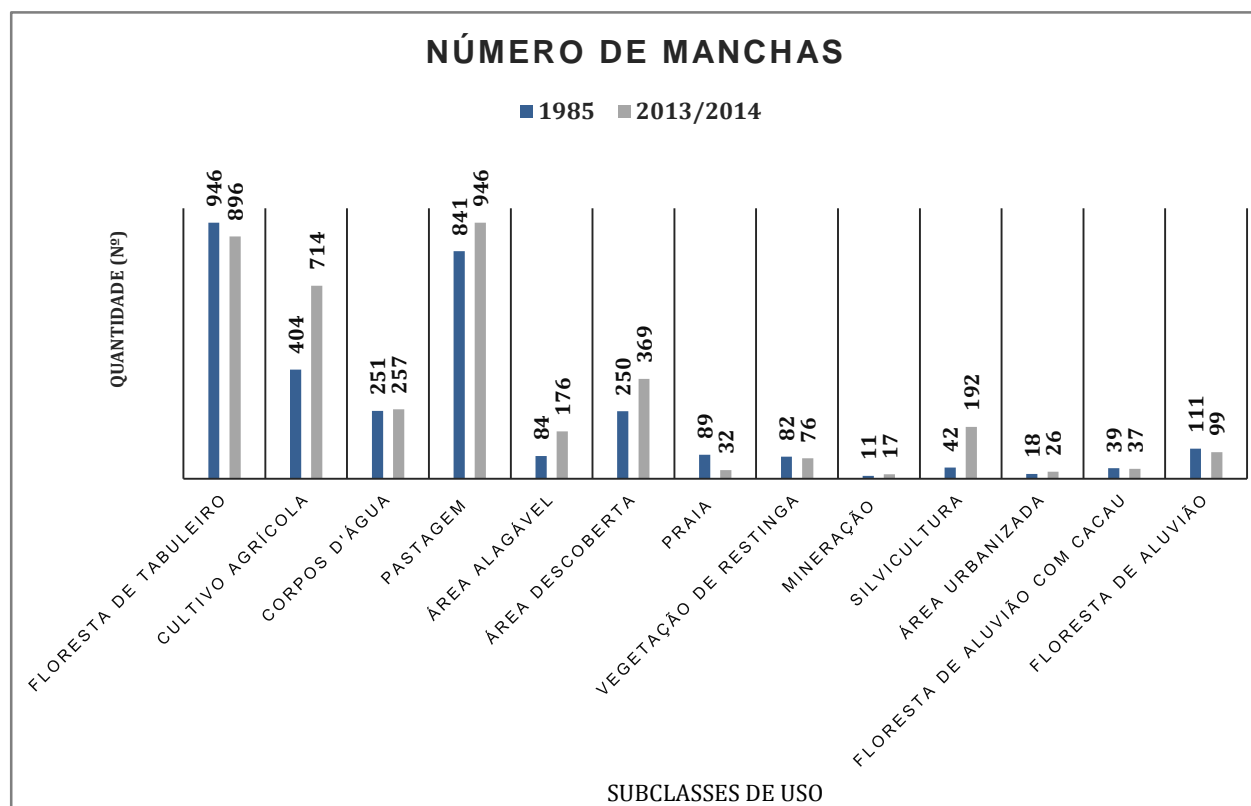
Organizado pela autora.

Gráfico 3 - Numero de Manchas por classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014



Organizado pela autora.

Gráfico 4 - Numero de Manchas por subclasses para os anos de 1985 e 2013/2014



Organizado pela autora.

Tabela 18 - Número de Mancha (NP) das subclasses para os anos de 1985 e 2013/2014.

Subclasses de Uso	1985	2013/2014
	<b>Número de Manchas (NP)</b>	
Floresta de Tabuleiro	946	896
Cultivo Agrícola	404	714
Corpos D'água	251	257
Pastagem	841	946
Área Alagável	84	176
Área Descoberta	250	369
Praia	89	32
Vegetação de Restinga	82	76
Mineração	11	17
Silvicultura	42	192
Área Urbanizada	18	26
Floresta de Aluvião com Cacau	39	37
Floresta de Aluvião	111	99
<b>Média Manchas</b>	<b>222</b>	<b>258</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>283</b>	<b>316</b>

Organizado pela autora.



Em 1985 a classe predominante em número de manchas é a da Floresta de Tabuleiro, com 946 manchas, ocupando 16% da área total, porém, para o percentual de área total, o predomínio é da Área Alagável, com 22%.

Outras classes tiveram suas manchas reduzidas, tais como a Floresta de Aluvião de 111 para 99, a Floresta de Aluvião com Cacaú (Cabruca) de 39 manchas para 37 e as de Vegetação de Restinga de 82 manchas para 76 manchas.

Ainda em relação ao número de manchas, a Floresta de Tabuleiro apresentou uma redução de 5% no número de manchas e 0,5 % em área total.

O número de manchas que se apresentou mais relevante é o de Vegetação de Restinga, que mesmo tendo o número de manchas reduzido, teve a área com acréscimo em 2013/2014 de 0,39% em relação a 1985. Na imagem de satélite (Figuras 57), observa-se visualmente, que na unidade de conservação REBIO Comboios, a restinga teve um crescimento em seus fragmentos, com menor porosidade. Enquanto em algumas áreas ocorreu o contrário. Houve um crescimento de áreas urbanizadas, como o Distrito Balneário de Pontal do Ipiranga (Figuras 58) que fica na faixa litorânea onde está localizada a Vegetação de Restinga, ocorrendo uma interferência em sua continuidade.

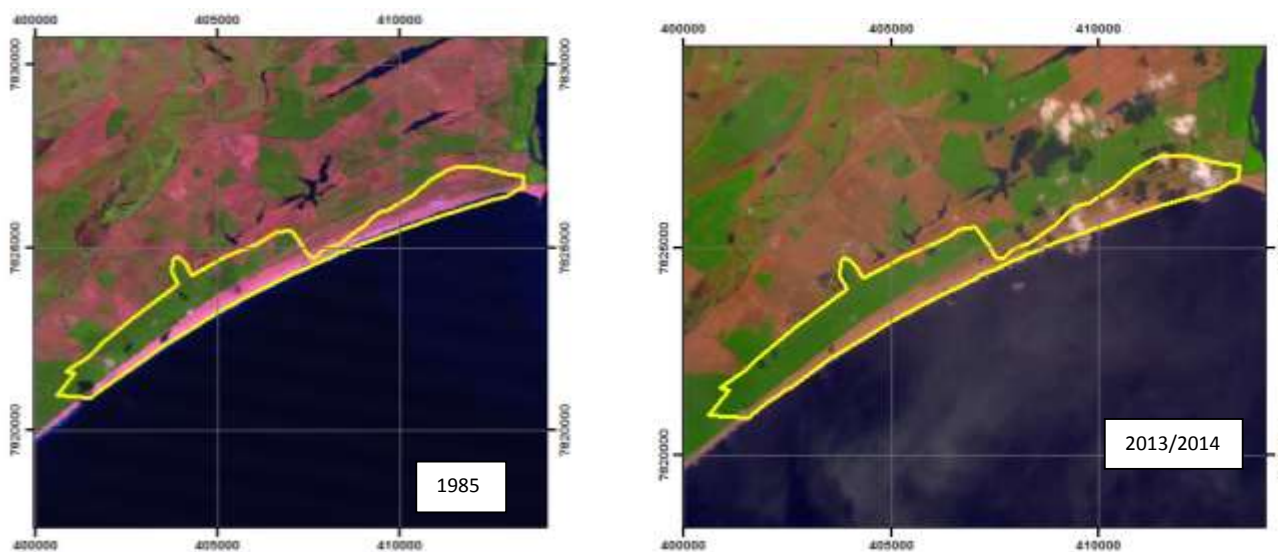


Figura 57 - Detalhe da REBIO Comboios em mancha de Vegetação de Restinga nos recortes temporais de 1985 e 2013/2014.

Fonte: Organizado pela autora



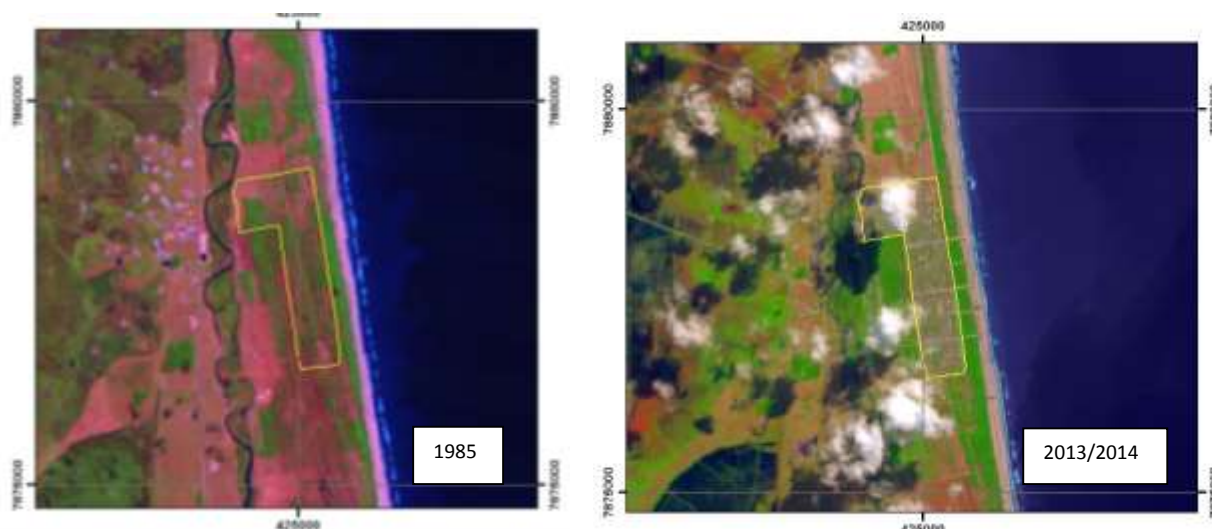


Figura 58 - Detalhe no Balneário Pontal do Ipiranga, em mancha de Vegetação de Restinga nos recortes temporais de 1985 e 2013/2014.

Fonte: Organizado pela autora.

As Áreas Antrópicas Agrícolas, apresentaram um acréscimo no número de manchas de 346 em 1985 para 417 em 2014 e uma área total de 58% em 1985 e 59% em 2013/2014, onde podemos perceber também uma alteração na estrutura do mosaico da paisagem. Esse aumento se dá pelo contínuo crescimento em fruticultura, silvicultura e a manutenção de algumas áreas de pecuária.

Para as classes de uso e ocupação referentes as Áreas Antrópicas Agrícolas, pode-se observar um crescimento expressivo nas classes de Silvicultura com aumento em número de manchas de 42 em 1985 para 192 em 2013/2014, apresentando um percentual de 78% de crescimento, assim também acontece com a área total das Áreas Antrópicas Agrícolas, a qual ocupa 19,6%.

As Áreas de Cultivo Agrícola, em 2013/2014 teve crescimento em número de manchas em relação a 1985, passando de 404 manchas para 715. Porém, em 2013/2014 teve 13% de redução da área total em relação a 1985. Essa alteração indica uma maior quantidade de parcelas agrícolas, relacionadas à mudança de cultivo com o crescimento de Silvicultura e Pastagem, ou pelo fato dessas áreas agrícolas estarem em período de pousio.

Nas classes de Áreas Antrópicas Não Agrícolas, (que agrupa as subclasses Áreas Urbanizadas e de Mineração), as áreas urbanizadas apresentaram um crescimento em número de manchas de 18, em 1985, para 26 em 2013/2014. Esse crescimento é uma característica que tem se destacado muito no município, pelo fato de Linhares ser um polo de atrativos econômicos, com a implantação de novas indústrias e agronegócios.

A exploração de petróleo e indústrias, as quais estão representadas pela subclasse de Mineração, quando na classificação da imagem, as mais evidentes apresentaram 11 manchas em 1985 e 17 manchas em 2013/2014.

Os Corpos D'água (lagunas, lagoas e rios) apresentaram um aumento no número de manchas, ficando em 2013/2014 com 257 e em 1985 com 251 manchas. Esse aumento pode ter ocorrido em função das lagunas que se fizeram mais aparentes na passagem do satélite em 2013/2014, em período chuvoso, como mencionado anteriormente.

Em relação a Classe Outras Áreas, definida pelo IBGE (2013), houve um aumento em número de manchas de 391 para 401, esse acréscimo representa 2,49% em número de manchas de 1985 para 2013/2014.

## 2. Área e Densidade das Manchas

Para a compreensão da espacialização da fragmentação da paisagem e o conhecimento da influência de um fragmento sobre outros fragmentos, é indicado utilizar os índices para determinar o tamanho das manchas e a sua variabilidade métrica. Silva (2012, apud LAURENCE et al., 1997) destacam a importância entre o tamanho e o valor do fragmento para a conservação da biodiversidade considerando como parâmetros: i) fragmentos com alto valor apresentam medidas maiores que 300ha; ii) fragmentos com valor mediano apresentam entre 3 e 300ha; e, iii) fragmentos com valor baixo apresentam medidas menores que 3ha.

Comparando o tamanho dos fragmentos da Classe de Uso Áreas de Vegetação Natural nos dois recortes temporais (1985 e 2013/2014), observa-se na Tabela 19 e no Gráfico 5 que em 1985 a Média de Área (**AREA\_MN**) apresentou 101,867ha, valor de área média menor em relação a 2013/2014, com 108,371ha. Em conjunto verifica-se no Gráfico 6 que a Densidade de Manchas (**PD**) com 0,312 fragmentos a cada 100ha apresentou-se maior que em 2013/2014, com 0,289 fragmentos a cada 100ha. Dessa forma pode-se dizer que as manchas de 1985 apresentavam-se menos fragmentadas.

Tabela 19 - Dimensão Media das Manchas por Classe de Uso, para os anos de 1985 e 2013/2014.

Classes de Uso	1985			2013/2014		
	PD	AREA_MN	LPI	PD	AREA_MN	LPI
Áreas de Vegetação Natural	0,3123	101,87	9,092	0,2897	108,37	9,330
Outras Áreas	0,1119	29,55	0,1717	0,1146	18,71	0,0722
Áreas Antrópicas Agrícola	0,099	586,02	37,5567	0,1191	495,81	25,8167
Corpos D'água	0,0718	88,97	1,4751	0,0734	87,19	1,5171
Áreas Antrópicas não Agrícola	0,0100	45,78	0,287	0,0106	92,88	0,7224
<b>Área Média</b>	<b>0,121</b>	<b>170,437</b>	<b>9,717</b>	<b>0,121</b>	<b>160,592</b>	<b>7,492</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,102</b>	<b>209,493</b>	<b>14,307</b>	<b>0,093</b>	<b>170,412</b>	<b>9,755</b>

Organizado pela autora.

Gráfico 5 – Área Média das Manchas (AREA\_MN) das classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.

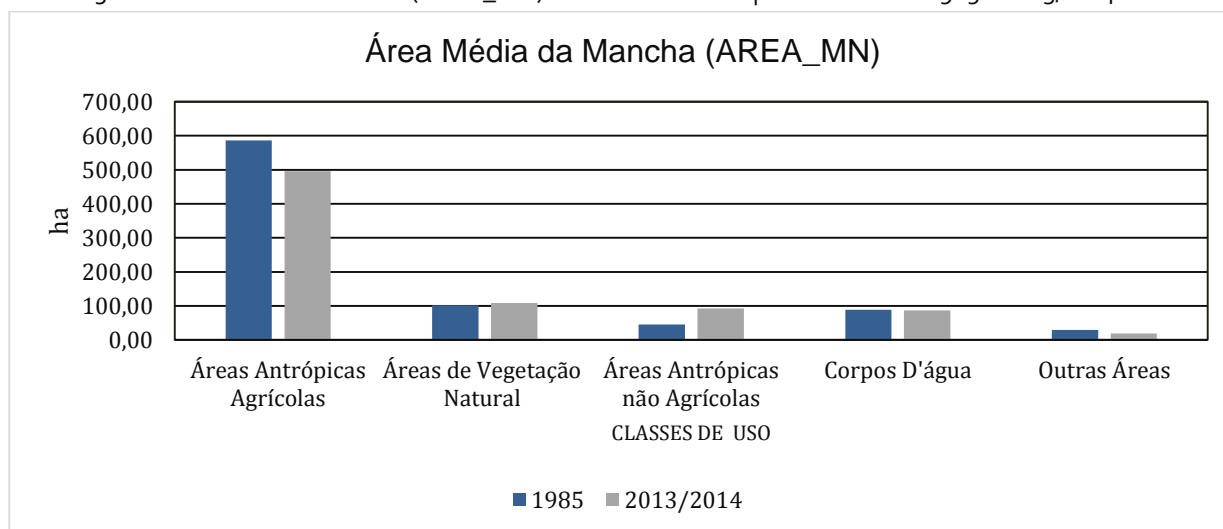
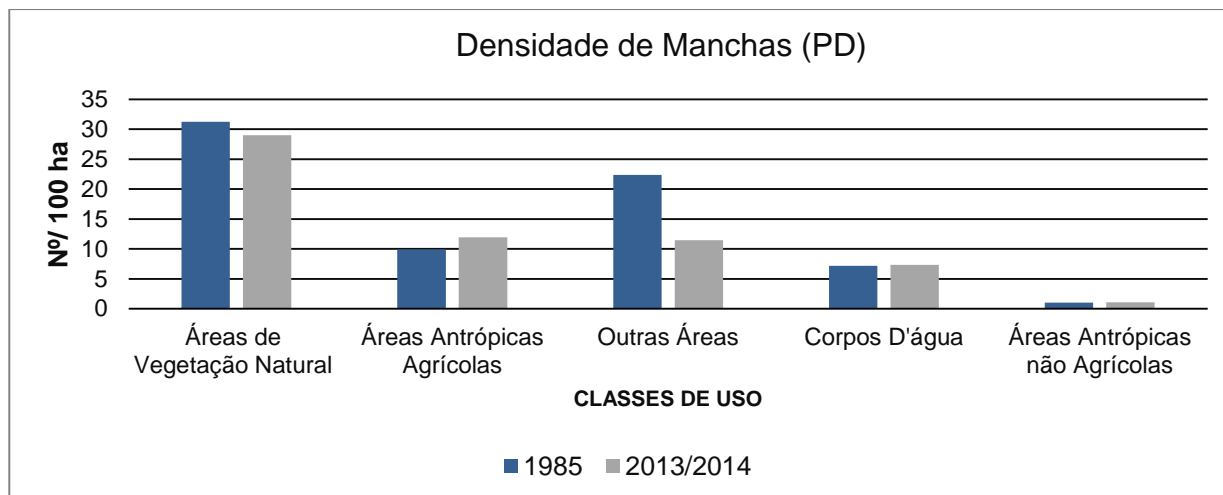


Gráfico 6 – Densidade de Manchas (PD) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



Organizado pela autora.

Em relação as Densidade de Manchas (PD) por subclasse de uso, pode-se observar na Tabela 19 e no Gráfico 7 a variação na densidade média das manchas com crescimento de 0,078% para 2013/2014 em relação a 0,066% em 1985. O Desvio Padrão encontrado para 1985 foi de 0,083 e para 2013/2014 foi de 0,092.

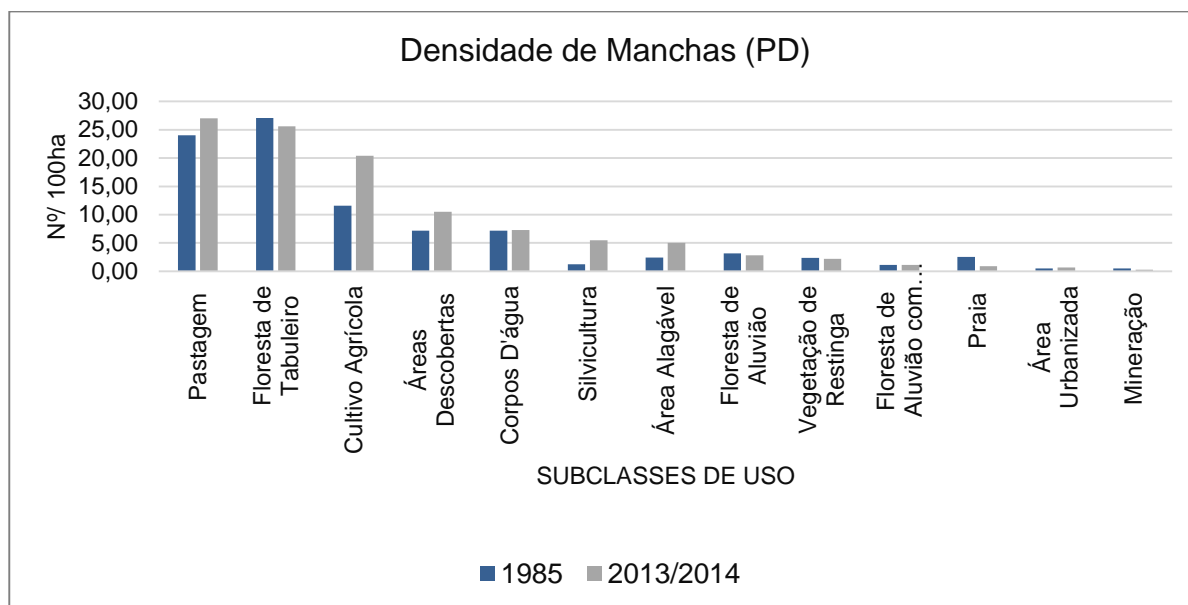
A métrica Densidade de Manchas (PD) tem a função de mostrar a densidade da mancha na área de estudo comparativamente e assim como o nº de manchas, ela indica a fragmentação das manchas e a qualidade dos habitats.

Tabela 20 - Dimensão Media das manchas por subclasse de uso, para os anos de 1985 e 2013/2014

Subclasses de Uso	1985			2013/2014		
	PD	AREA_MN	LPI	PD	AREA_MN	LPI
Mineração	0,0049	11,024	0,0054	0,003	17,026	0,0187
Área Urbanizada	0,0052	78,61	0,287	0,007	124,976	0,7224
Floresta de Aluvião com Cacau	0,0112	609,576	3,9292	0,011	602,599	3,4033
Silvicultura	0,0126	30,881	0,0912	0,055	54,332	0,4629
Vegetação de Restinga	0,0235	321,461	4,8062	0,022	365,574	5,7097
Área Alagável	0,024	934,951	16,8084	0,05	461,294	18,1164
Praia	0,0255	19,584	0,0322	0,009	20,484	0,0294
Floresta de Aluvião	0,0318	41,873	0,2575	0,0283	36,416	0,1365
Áreas Descobertas	0,0716	36,059	0,1717	0,105	18,551	0,0722
Corpos D'água	0,0718	88,966	1,4751	0,073	87,193	1,5171
Cultivo Agrícola	0,1156	165,889	7,6251	0,204	65,025	3,002
Pastagem	0,2401	66,567	4,6104	0,27	72,627	3,6415
Floresta de Tabuleiro	0,2708	59,572	7,7028	0,256	62,728	7,8983
<b>Área Média</b>	<b>0,066</b>	<b>176,862</b>	<b>176,862</b>	<b>0,078</b>	<b>142,059</b>	<b>176,862</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,083</b>	<b>262,591</b>	<b>262,591</b>	<b>0,092</b>	<b>183,034</b>	<b>262,591</b>

Organizado pela autora.

Gráfico 7 – Densidade de Manchas (PD) das subclasses de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.

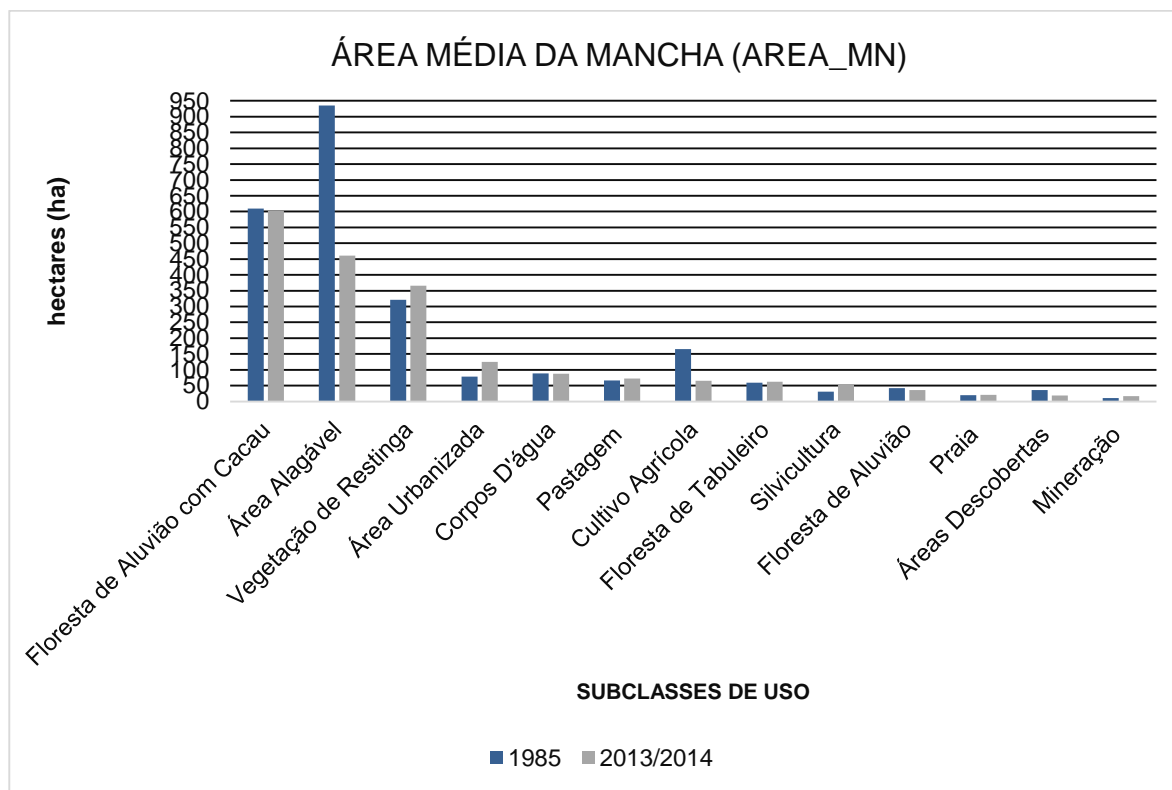


Organizado pela autora.

A subclasse Floresta de Tabuleiro apresentou em 1985 uma maior Densidade de Mancha (**PD**) com 0,2708 fragmentos (a cada 100ha) e em 2013/2014 apresentou 0,256 fragmentos. A Área Média em 1985 foi menor com 59,572ha em relação a 2013/2014, com 62,727ha, um crescimento de 5,29%. Essa subclasse apresentou também uma redução em 5,28% no número de manchas. Dessa forma, para as manchas da Floresta de Tabuleiro a Média de Área (**AREA\_MN**) é pequena, em relação as Florestas de Aluvião com Cacaú (Cabruca) e Vegetação de Restinga, demonstrando estar mais fragmentada na paisagem.

As métricas Média de Área (**AREA\_MN**) permite calcular o tamanho médio da mancha de forma a analisar a conexão espacial entre as manchas.

Gráfico 8 – Área Média da Mancha (**AREA\_MN**) das subclasses de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



A Floresta Aluvião com Cacau (Cabruca), apresentou em 2013/2014 uma Densidade de Mancha maior que em 1985, cujos valores são de 0,0112 e de 0,0106 fragmentos a cada 100ha, respectivamente. A Média de Área (**AREA\_MN**) apresentou-se menor em 2013/2014 com 602,5993ha e 1985 com 609,5763ha. A redução de Área Média de 1,144% em 2013/2014 para esta subclasse.

A subclasse de uso Vegetação de Restinga apresentou Média de Área (**AREA\_MN**) com 321,460ha em 1985, sendo menor do que em 2013/2014, com 365,573ha. Um aumento de 13,72% para esta métrica. Porém, com uma Densidade de Manchas (**PD**) de 0,0235 para 1985 e de 0,0217 para 2013/2014, com redução de 8,29%.

A subclasse de uso Floresta Aluvião apresentou em 2013/2014 uma redução na Média de Área e na Densidade de Mancha (**PD**), em relação a 1985 com 36,416 e 41,87, respectivamente

A Classe de Uso Áreas Antrópicas Agrícolas, apresentou uma Densidade da Mancha (**PD**) em 2013/2014 maior do que 1985, sendo 0,1191 e 0,0990, respectivamente, e uma redução da Média de Áreas (**AREA\_MN**) em 2013/2014 com 495,81ha e 1985 com 586,02 ha.

As manchas introduzidas, originadas de atividades antrópicas como Cultivos Agrícolas, Pastagem, Silvicultura, tem uma grande contribuição na alteração das paisagens naturais, contribuindo para a redução da conectividade da matriz, da área média das manchas e do aumento a regularidade das manchas e suas densidades (CASIMIRO, 2002).

Para a mancha de Cultivos Agrícolas, observa-se uma redução na Média da Áreas (**AREA\_MN**) em 60%, passando de 165,8893ha em 1985 e 65,024ha em 2013/2014, e com o aumento da Densidade de Manchas (**DP**), de 0,1156 (1985) para 0,204 (2013/2014). Para a Silvicultura apresentou aumento Média de Área (**AREA\_MN**) das manchas em 2013/2014, com 54,331ha e 30,887ha em 1985, sendo esse aumento de 75%.

Ocorreu na subclasse de uso Pastagem um aumento na Média de Área dos fragmentos em 2013/2014, com 72,627ha e 66,566ha em 1985, com aumento também na Densidade da Mancha de 0,2401 (1985) para 0,2703 (2013/2014).

A subclasse de uso Área Alagável também apresentou uma redução na Média de Área (**AREA\_MN**) em 2013/2014, sendo que em 1985 havia uma média de 934,951ha reduzindo para 461,293ha em 2013/2014, com uma redução de 50% na média. Em relação a Densidade houve um aumento de 0,0126 para 0,0549 em 2013/2014.

A Classe Corpos D'água apresentou um aumento na Média de Área (**AREA\_MN**) e Densidade de Mancha (**PD**) com 0,073 e 87,193ha para 2013/2014.

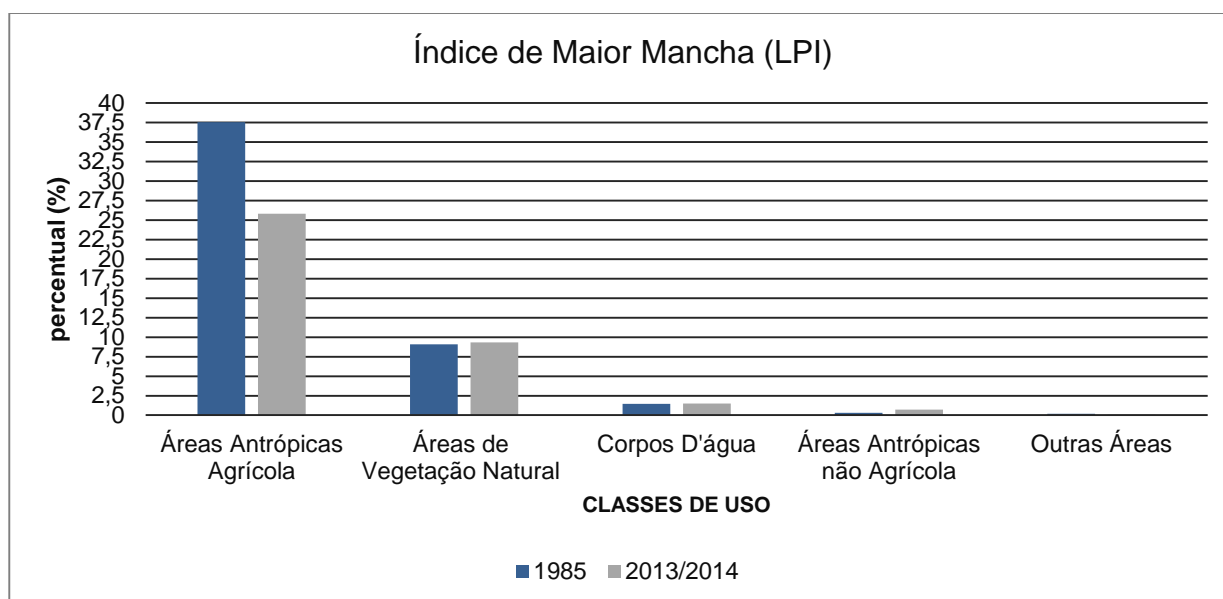
### 3. Índice de Maior Mancha (LPI)

Conforme tabela 20 e Gráfico 9, referentes as Classes Áreas de Vegetação Natural a métrica Índice de Maior Manchas (**LPI**) em 2013/2014, apresentou valor de **LPI** 9,329% maiores do que em 1985, com **LPI** de 9,092%. O **LPI** mede a irregularidade do fragmento, qual o grau de conectividade entre as manchas, possibilitando saber a porcentagem da paisagem ocupada pela maior mancha, dessa forma quanto menor o valor apresentado, menor a irregularidade (os fragmentos se apresentam mais acidentados, desiguais).

Em relação a Classe Áreas Antrópicas Agrícolas, o valor de LPI, apresentou uma redução em 2013/2014 com 25,8167% para 37,556% em 1985.

O LPI de Área Antrópicas não Agrícolas, apresentou valor de 0,287% em 1985 com um aumento para 0,722% em 2013/2014.

Gráfico 9 – Índice de Maior Mancha (LPI) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



Organizado pela autora.

#### 4. Complexidade da Forma

A forma dos fragmentos é tão importante quanto a área do fragmento, pois também está relacionado ao perímetro e área da mancha, medindo a complexidade das manchas na paisagem. Forman; Godron (1986), destacaram a atenção para o pouco conhecimento sobre os efeitos de bordas nos ecossistemas.

A forma e tamanho da mancha pode influenciar em um processo ecológico importante. "A interação da forma e do tamanho da mancha pode influenciar um número de processos ecológicos importantes e o FRAGSTATS calcula diversas métricas que quantificam a configuração da paisagem em termos de complexidade de formas da mancha." (FUSHITA, 2006, p.48).

Para as métricas de forma foram utilizados os Índices de Dimensão Fractal (**FRAC\_MN**) e Índice de Contiguidade (**CONTIG\_MN**).

O Índice de Dimensão Fractal (**FRAC\_MN**), tem como base a relação perímetro-área e seus limites, consideram os intervalos 1 e 2, ressaltando que para as formas mais simples como em círculos e retângulos por exemplo o FRAC é igual a 1, para os polígonos mais complexos, o valor do FRAC tende a 2. Este índice é a melhor forma de medir a complexidade da forma de uma mancha.



A Média de Dimensão Fractal (**FRAC\_MN**), das Classes de Uso e cobertura da terra Áreas de Vegetação Natural apresentou índices iguais para 1985 e para 2013/2014 de 1,0128. As Áreas Antrópicas Agrícolas apresentaram índice de 1,0015 (1985) e 1,0161 (2013/2014); as Área Antrópicas não Agrícolas mostram índices de 1,0109 para 1985 e de 1,013 para 2013/2014. Já os Corpos D'Água apresentam 1,0183 para 1985 e 1,0160 para 2013/2014. As Outras áreas apresentam índices de 1,0131 para 1985 e 1,0081 para 2013/2014. A média fractal para o ano de 2013/2014 foi maior que em 1985, como pode-se observar na Tabela 21 e no Gráfico 10.

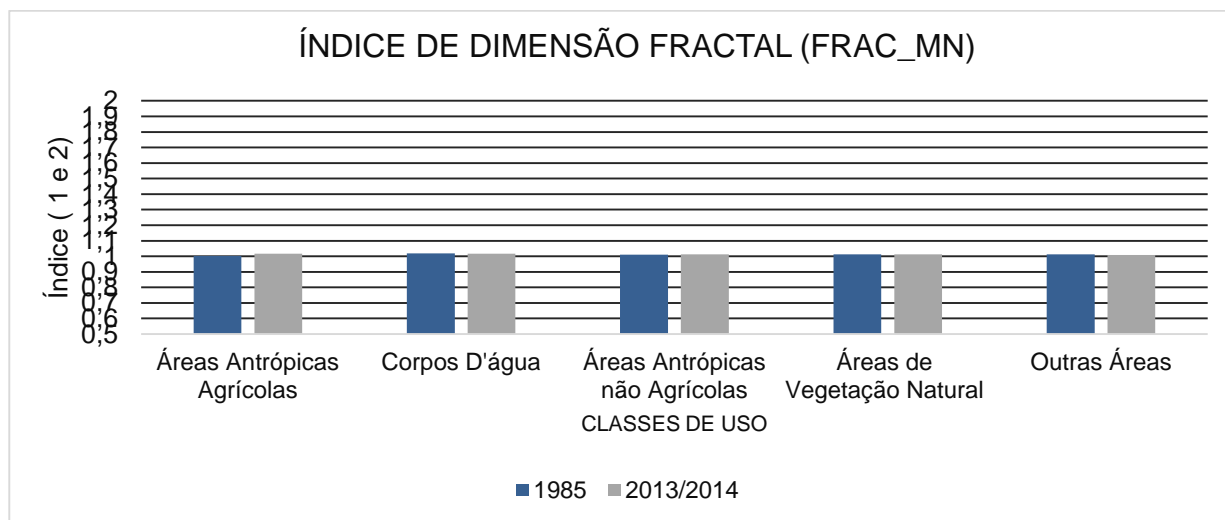
Entretanto, os valores analisados para os dois recortes temporais, apresentam valores próximos ao valor mínimo do intervalo da Dimensão Fractal (**FRAC\_MN**). Isso significa dizer que quanto à **FRAC\_MN**, todas as manchas da paisagem que compõem o município de Linhares, apresentam-se com forma mais simples, com menos arestas, com formas próximas a círculos e quadrados, características de manchas com interferência humana, diferente de uma forma natural na paisagem.

Tabela 21 – Índices de Dimensão Fractal (**FRACMN**) e Índice de Contiguidade (**CONTIG\_MN**), para as Classes de uso nos anos de 1985 e 2013/2014.

Classes de Uso	FRAC_MN		CONTIG_MN	
	1985	2013/2014	1985	2013/2014
Áreas de Vegetação Natural	1,0128	1,0128	0,167	0,1713
Áreas Antrópicas Agrícolas	1,0015	1,0161	0,1711	0,1943
Outras Áreas	1,0131	1,0081	0,1633	0,1078
Corpos D'água	1,0183	1,016	0,183	0,1709
Área Antrópica não Agrícolas	1,0109	1,013	0,1338	0,181

Organizado pela autora.

Gráfico 10 – Índice de Dimensão Fractal (FRAC\_MN) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.

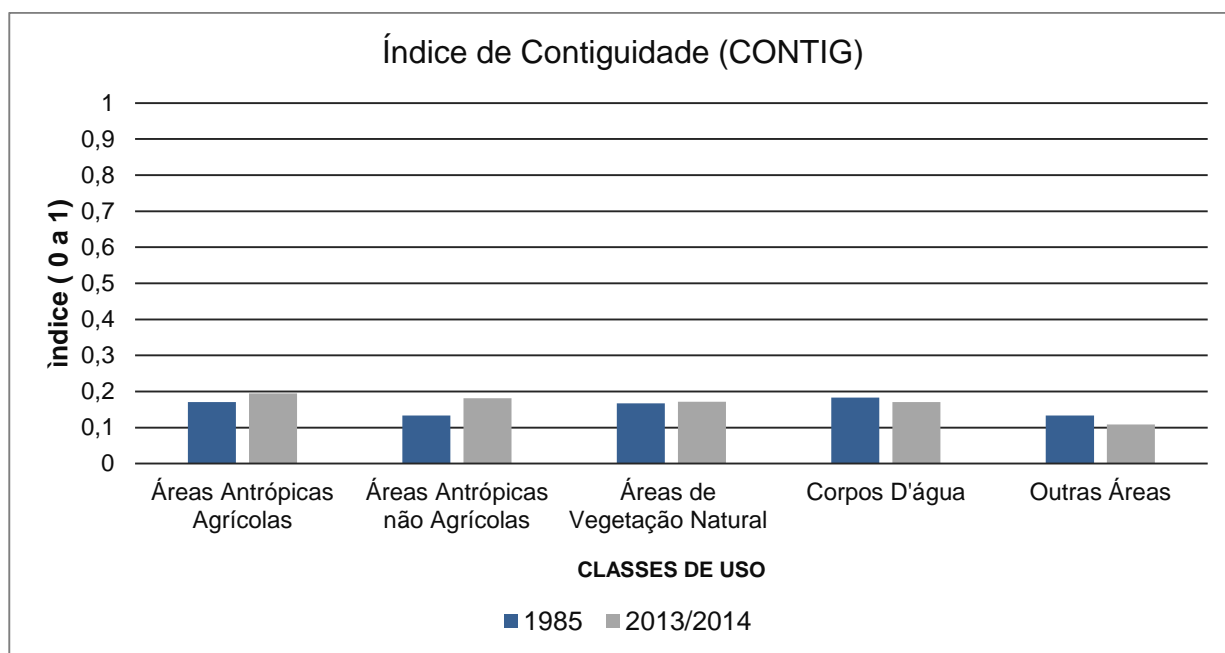


##### 5. O índice de Contiguidade (CONTIG)

Para as métricas das classes de usos, foi obtido o Índice de Contiguidade (CONTIGUI\_MN), o qual permite verificar a sua conexão, avaliando a configuração espacial entre elas. Este índice pode variar de 0 (quando a conexão entre os fragmentos é muito baixa) até 1, medida em que a conexão vai aumentando.

Observa-se na tabela 21 e no Gráfico 11 que os valores para essa métrica estão próximos ao eixo 0, sendo o maior valor para 1985 de 0,183 e para 2013/2014 0,1943. Dessa forma pode-se dizer que a paisagem apresenta uma baixa conectividade entre as manchas. Vale lembrar que esta métrica possui relevância no estudo das paisagens porque pode ter uma função de indicativo para o comportamento das espécies, fazendo referência ao tamanho dos corredores entre os fragmentos.

Gráfico 11 - Índice de Contiguidade (CONTIG) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



Organizado pela autora.

## 6. Análise de Vizinhaça

Para Lang; Blaschke (2000), a distância de vizinhaça é uma componente decisiva na configuração espacialmente explícita de habitats adequados, considerando aspectos da ecologia animal, pois o alcance de habitats é um fator decisivo para a sobrevivência de metapopulações. Dessa forma a distância desempenha um papel importante, no deslocamento de uma espécie.

Para o cálculo dos índices de distâncias, é medida a distância euclidiana mais curta de uma mancha de saída, ou focal, para uma mancha de destino da mesma classe, quantificando a configuração da paisagem que influencia em processos ecológicos importantes.

Os índices de vizinhaças utilizados foram os aqueles de Proximidade (**PROX**) e da Distância do Vizinho mais Próximo (**ENN\_DIST**).

## 7 - Índice de Proximidade (**PROX**)

O isolamento das manchas é uma preocupação por se tratar de um fator crítico na dinâmica de população.

O Índice de Proximidade (**PROX**) considera o tamanho da mancha e a sua proximidade com outras manchas, que estejam com suas bordas dentro de um raio de busca especificado como parâmetro da mancha. Esse índice analisa qual a proximidade de uma mancha ao seu entorno, ou seja, qual a vizinhança de manchas da mesma classe. O valor de PROX aumenta à medida em que as áreas estão cada vez mais ocupadas por manchas do mesmo tipo.

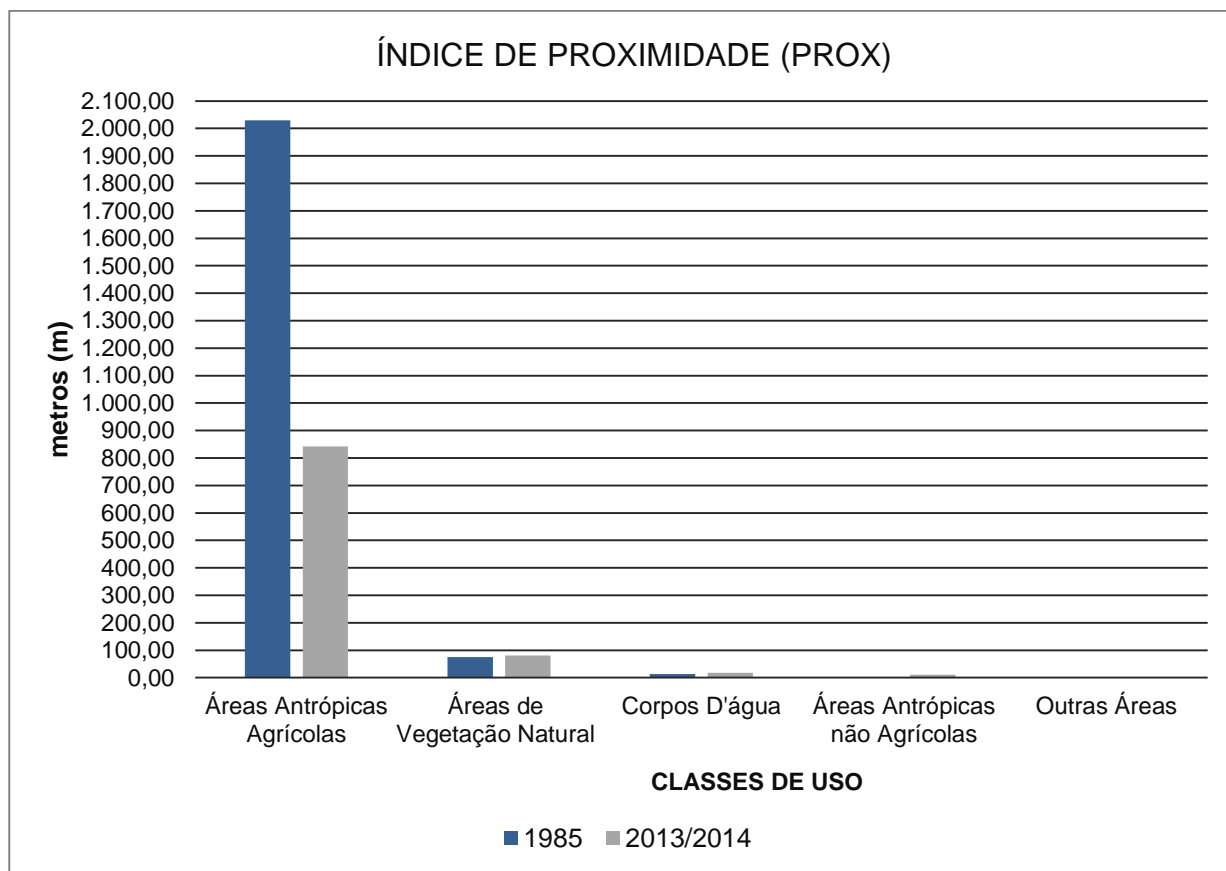
Para a métrica **PROX**, foi realizado o processamento com os valores 100, 200, 300 e 450 metros de raio e foi possível analisar que para os valores entre 100 e 450 o **PROX** apresentou valor 0, isso demonstra que não existe uma mancha vizinha do mesmo tipo de mancha dentro do raio especificado, somente para o valor de 450 foi possível identificar uma vizinhança. Os valores encontrados para esse raio, estão apresentados na Tabela 22 e Gráfico 12.

Tabela 22 - Índice de Proximidade (**PROX**) e Índice de Distância do Vizinho mais Próximo (**ENN\_MN**) das classes de uso nos anos de 1985 e 2013/2014.

Classes de Uso	1985	2013/2014	1985	2013/2014
	<b>PROX_MN (m)</b>		<b>ENN_MN (m)</b>	
Áreas de Vegetação Natural	74,74	80,40	580,809	581,62
Outras Áreas	1,05	0,87	1083,559	1.042,34
Áreas Antrópicas Agrícolas	2.030,00	842,54	607,5482	553,89
Corpos D'água	13,80	18,40	780,6733	776,49
Áreas Antrópicas não Agrícolas	0,97	11,28	1501,715	1.897,14

Organizado pela autora.

Gráfico 12, mostra o índice de proximidade das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



Organizado pela autora.

Para a Classe de Uso Área Naturais o **PROX** apresentou o valor de 74,74m em 1985 e 80,40m, para 2013/2014, apresentando um aumento na proximidade de vizinhança. Essa classe apresentou também um aumento na Média de Áreas das manchas. Porém, para o Índice de Distância do Vizinho mais Próximo (**ENN\_MN**) houve um pequeno aumento de 580,80m em 1985 para 581,92 em 2013/2014.

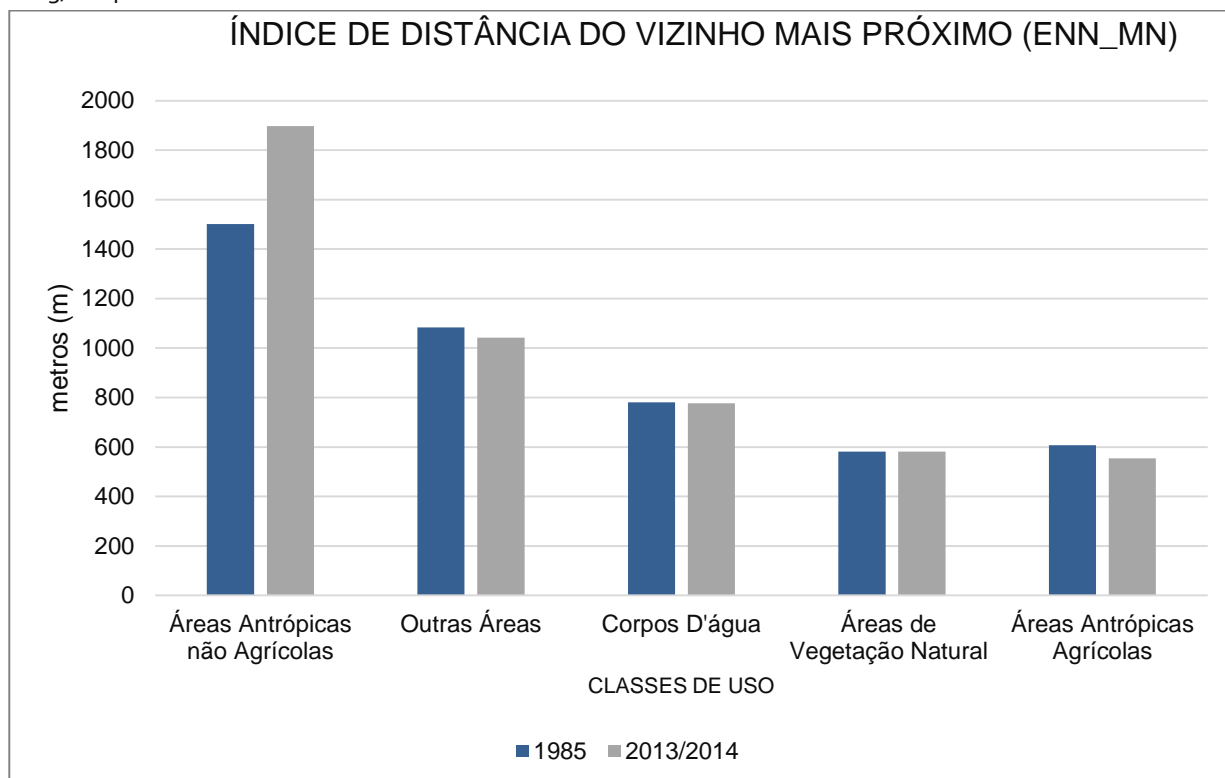
As Áreas Antrópicas Agrícolas, apresentaram uma redução no índice de Proximidade Média (**PROX\_MN**), sendo que em 1985 ela apresentou valor de **PROX\_MN** de 2.030m e 842,54m em 2013/2014 e teve sua distância também reduzida de 607,54m para 553,89m de 1985 para 2013/2014.

Para a Classe de Uso Corpos D'água o **PROX\_MN** apresentou-se mais alto em 2013/2014 com 18,40m em relação a 1985 com 13,80m, e uma redução das distâncias com **ENN\_MN** de 607,54m em 1985 e 553,89m em 2013/2014, pode-se observar no Gráfico 13.

Em relação às Área Antrópicas não Agrícolas, estas apresentaram um aumento de 0,97m em 1985 para 11,28m em 2013/2014.

A Classe de Uso Outras Áreas teve o valor **PROX\_MN** reduzido de 1,05m em 1985 para 0,87m em 2013/2014, e o **ENN\_MN** também com redução de 1.083,559m para 1.042,34m para 2013/2014.

Gráfico 13 - Índice de Distância do Vizinho Mais Próximo (ENN\_MN) das Classes de uso para os anos de 1985 e 2013/2014.



Organizado pela autora.



Em relação ao objetivo de caracterizar os elementos da paisagem tais como as manchas, corredores e matriz, pode-se dizer que a classificação do uso e de ocupação da terra, foi determinante para as suas identificações.

No primeiro momento foi realizada a classificação supervisionada, com o Processamento Digital com análise, interpretação e classificação das imagens de satélites para o ano de 1985 e um mosaico para os anos de 2013/2014, mosaico esse necessário em função da quantidade de nuvens existentes em diversas passagens devido ao período de chuvas ocorrido e pela concentração de nuvens ao longo dessas áreas. No processamento foram interpretadas 13 tipos uso e cobertura da terra consideradas como Subclasses do Nível II, segundo metodologia definida pelo IBGE (2013), tais subclasses são: Floresta de Aluvião, Floresta de Aluvião com Cacaú (Cabruca), Floresta de Tabuleiro, Vegetação de Restinga, Pastagem, Cultivos Agrícolas, Silvicultura, Áreas Urbanizadas, Mineração, Área Alagáveis, Áreas Descobertas, Praias e Corpos D'água as quais foram agrupadas em Classes de Uso. Tais subclasses foram agrupadas em 5 Classes de Uso no Nível I (classes), que abrangem cinco (5) grupos, indicando as principais categorias da cobertura. Essas coberturas foram definidas como: Área de Vegetação Natural, Áreas Antrópicas não Agrícolas, Área Antrópicas Agrícolas, Corpos D'águas e Outras Áreas.

A partir da espacialização das subclasses (Nível II), nos dois recortes espaciotemporais estudados, foi possível identificar as Matrizes da paisagem do município de Linhares (ES). Em ambos os recortes espaciotemporais foi classifica como **Matriz de Área Antrópicas Agrícolas**, com um total de área de 202.439,22ha em 1985 e 206.340,43ha em 2013/2014, representando 57,84% e 58,95%, respectivamente. A área total da paisagem era de 349.987,20ha tanto para 1985 quanto para 2013/2014, já que é a mesma área do município de Linhares.

No mapa das Matrizes de Áreas Antrópicas Agrícolas para os dois recortes espaciotemporais, observa-se que esse grupo de uso é o mais conectado entre todos os outros, exercendo o controle sobre a dinâmica de paisagem, bem como é o grupo que apresenta a maior área espacial na paisagem.

Com relação a classificação das manchas, foi possível identificar **Manchas de Perturbação ou Distúrbio**, sendo estas as Áreas Alagáveis, as de Cultivo Agrícola, as de Pastagem e a Silvicultura. Tais áreas somadas apresentaram totais de 57,84% e 202.439,22ha, em 1985 e 58,95% e 206.340,43ha em 2013/2014. Enquanto as **Manchas de Recursos Naturais** correspondem as Floresta de Tabuleiro, a Floresta de Aluvião, a Floresta de Aluvião com Cacaú (Cabruca), a Vegetação de Restinga e os Corpos D'água. Tais áreas somadas apresentaram totais de 38,28% e 113.990,09ha, em 1985 e 37,88% e 132.599,10ha em 2013/2014. As **Manchas Introduzidas**, correspondem a Áreas Urbanizadas, as Áreas de Mineração e alguns pontos das



Áreas Alagáveis. Tais áreas somadas apresentaram totais de 0,45% e 1.574,50ha em 1985 e 1% e 3.493,22ha em 2013/2014.

Quanto aos corredores, nas escalas espaciais utilizadas para a realização dos mapeamentos não foi possível identificar os corredores nem quanto a sua extensão nem quanto aos seus tipos. Isto requer uma análise para uma escala de maior detalhe e com imagens de alta resolução.

No que se refere as métricas da paisagem, estas apontaram importantes resultados, tendo sido usadas as seguintes métricas: Número de Manchas (NP), Área Total da Classe (CA), Média de Área (AREA\_MN), Densidade de Manchas (PD), Índice de Maior Manchas (LPI) e Complexidade da Forma.

Pode observar uma alteração na estrutura (distribuição na paisagem) das manchas que compõem as **Áreas de Vegetação Natural**, pelo fato de apresentarem uma redução no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014 com 7,05%, esse foi o percentual médio para todas as subclasses. Tais áreas, apresentaram uma redução em Área Total da Classe (CA), ou seja em 1985 havia 111.136,51ha e 2013/2014 passou a ter 109.888,96ha. Da mesma forma, a Densidade de Manchas (PD) sofreu redução de 7,23% de 1985 para 2013/2014. Essas métricas demonstram que as Áreas de Vegetação Natural se apresentam mais fragmentadas em 2013/2014 em relação ao ano de 1985. No que se refere as formas das manchas, as Áreas de Vegetação Natural apresentaram uma Dimensão Fractal (FRAC) características de polígonos de forma mais simples, ou seja, formas mais circulares e/ou retangulares, o que significa que são diferentes das formas ditas naturais, pois, estas características são referentes às formas de manchas antrópicas. Portanto, em ambas as matrizes há maior número de manchas antropizadas do que manchas naturais. Por meio dos resultados levantados pelos Índices de Conectividade e pelos Índices de Análise de Vizinhança (ENN\_DIST, PROX e CONTIG), foi possível observar que as manchas apresentam uma baixa conectividade em ambas as matrizes.

Foram realizadas quatro simulações considerando raios de 100m, 200m, 300m, 450m, para identificar o tamanho da mancha e a sua proximidade com outras manchas de mesma classe; em um raio que haveria a presença de outras manchas que estivessem com suas bordas dentro de um raio especificado. Somente para o raio de 450m foi identificada a presença de manchas. Segundo Almeida (2008), considera-se de médio isolamento os Índices de Proximidade (PROX), com distâncias de até 120m de borda a borda ao fragmento. Para 2013/2014 esse índice apresentou 80,40m, considerado assim, uma área com médio isolamento.

Para as Áreas Antrópicas Agrícolas observou-se uma alteração na estrutura das manchas, pelo fato de apresentarem um aumento no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014 com 20,52%. Foi possível verificar através dos valores apresentados pelas subclasses que a de Cultivo Agrícola teve sua densidade reduzida, porém, com o aumento expressivo nas subclasses de Silvicultura (77%) e de Pastagem (12%). Tais áreas, apresentaram um aumento em Área Total da Classe (CA), ou seja em 1985 havia 202.763,22ha e 2013/2014 passou a ter 206.752,31ha. Da mesma forma, a Densidade de Manchas (PD), sofreu um acréscimo de 20% para 2013/2014. Essas métricas demonstram que as Áreas Antrópicas Agrícolas se apresentam mais fragmentadas em 2013/2014 em relação ao ano de 1985. No que se refere a formas das manchas, as Áreas Antrópicas Agrícolas apresentaram uma Dimensão Fractal (FRAC) características de polígonos de forma mais simples. Por meio dos resultados levantados pelos Índices de Conectividade e pelos Índices de Análise de Vizinhança, foi possível observar que as manchas apresentam uma maior conectividade de 1985 para 2013/2014.

Quanto ao Índice de proximidade, que analisa qual é a proximidade de uma mancha de mesma classe no seu entorno, foi encontrado um valor menor em 2013/2014, essa alteração pode-se dá pelo fato da alteração na densidade de manchas das subclasses Silvicultura e Pastagem. O valor apresentado foi de 842,54m, e considerado de alto isolamento.

Em relação a Áreas Antrópicas não Agrícolas observa-se uma alteração na estrutura das manchas, pelo fato de apresentarem um aumento no Número de Manchas (NP) de 1985 para 2013/2014 em 5,71%. Tais áreas, apresentaram um aumento em Área Total da Classe (CA), ou seja em 1985 havia 1.602,39ha (0,45%) e 2013/2014 passou a ter 3.436,66ha (1,0%) um crescimento de 53,37% em área. Da mesma forma, a Densidade de Manchas (PD), sofreu um acréscimo de 20% para 2013/2014. Essa classe apresentou uma grande alteração na área total da mancha. Porém, analisando esse percentual em relação ao total da área da paisagem (município de Linhares), observou-se que essas áreas ocupam apenas 1,0% em 2013/2014, conforme já mencionado. Apesar desse valor ser ínfimo em relação a área total da paisagem, não se deve desprezar o percentual em relação ao crescimento dessa classe, pois ocorreu um aumento superior a 50%, valor esse que ao longo do tempo pode ser um complicador para as manchas que se encontram próximas as Áreas de Vegetação Natural e Corpos D'água, como é o caso da mancha referente a sede do município.

A Classe Corpos D'água, apresentou um aumento em área e número de manchas de 1985 para 2013/2014, ficando em 2013/2014 com 257 e em 1985 com 251 manchas. Observa-se um crescimento de 2,0% para a Média de Área da Classe (AREA\_MN) e para a Densidade das Mancha (PD). Dessa forma, pode-se dizer que ocorre mais manchas na paisagem estudada em 2013/2014, cujo aumento pode estar relacionado as lagunas aparentes devido ao período de chuva imageado na passagem do satélite.

Em relação à forma, observa-se que para uma melhor resposta do Índice Fractal (FRAC), seria necessário fazer a análise por mancha (por corpos d'água), para que se tenha um resultado mais detalhado de suas estruturas. O valor Fractal para a classe Corpos D'água, apresentou como forma simples, ou seja, mais circulares ou retangulares. Observa-se que esta classe está inserida na Matriz. Nesse sentido, é complicado analisar rios e lagoas em conjunto, porque enquanto os rios são retilíneos (corredores), os demais corpos d'água compõem polígonos (manchas), ou seja, são incomparáveis. Percebeu-se que em uma análise dos corredores mais detalhada, a resposta quanto aos rios teria sido um dado importante para a compreensão da estrutura da paisagem. Inclusive, os Corpos D'água poderiam ter constituído a matriz da paisagem, pois apresenta conectividade em toda a paisagem, mas não com relação aos demais critérios que uma matriz deve apresentar.

Com relação as métricas, pode-se dizer que constitui uma ferramenta de grande validade para avaliação não só qualitativa mas, sobretudo, quantitativa da evolução da paisagem, permitindo a realização de várias simulações, comparações e cenários das informações que a paisagem concede através de suas formas.

Diante do que foi levantado verificou-se que a utilização de apenas dois recortes temporais para avaliação da evolução da paisagem em questão, apresentou resultados muito importantes no que se refere a evolução da paisagem. A partir dos dois recortes temporais, puderam ser observadas a espacialização das manchas, bem como pode ser definida as Matrizes em ambos os recortes. Entretanto, pensa-se que mais um recorte temporal entre as duas datas analisadas responderia melhor a algumas métricas.

No viés da Ecologia da Paisagem, observam-se grandes modificações nos mosaicos da paisagem, tornando manchas naturais em manchas de perturbações ou distúrbios.

Pelas literaturas apresentadas nesta pesquisa, pode-se observar a preocupação das alterações ocorridas no uso e na cobertura da terra. Alterações de uso e cobertura da terra tem ocorrido em todo o planeta, havendo diversas discussões e fóruns para discutir as questões ambientais em diversas esferas, sejam elas regionais ou globais. Os principais atores nessas alterações do meio ambiente, são os cultivos agrícolas, as áreas urbanas e industriais e as pastagens.

A avaliação da paisagem por meio da Ecologia da Paisagem apresentou-se como uma ferramenta e um método de pesquisa muito útil, uma vez que trata do uso da terra e da cobertura da terra, ou seja, em um viés muito atual e aplicável. A aplicação das métricas associada ao uso e cobertura da terra pode gerar resultados de manejo da paisagem, no qual podem ser gerenciados os usos de maneira que visem a conectividade de manchas de igual natureza (mesma classe), que é uma das medidas para conter a perda da biodiversidade e vem

sendo usado em vários países da Europa, bem como na Austrália. No Brasil, a Ecologia da Paisagem tem sido aplicada em órgãos ambientais para licenciamentos, laboratórios de pesquisas em universidades e no planejamento de algumas administrações públicas federal, estadual e/ou municipal.

Para a paisagem em questão, como proposição, seria muito importante classificar as manchas e os corredores em escala de maior detalhe, trabalhando as métricas a partir das manchas e corredores, dando maior ênfase à individualidade das manchas e corredores visando a compreensão dos processos que levam às tipologias de manchas, bem como às mudanças sofridas, sobretudo em função das atividades antrópicas.

A pesquisa realizada abriu um campo de percepção de estudos biogeográficos onde os processos horizontais e verticais podem ser entendidos e aplicados ao manejo dos diversos usos que se faz sobre a superfície da Terra. Pretende-se continuar com o estudo da evolução da paisagem do município de Linhares no âmbito da Pós-Graduação, em nível de doutorado.



AB'SABER, A.N. Painel das Interferências Antrópicas na Fachada Atlântica do Brasil – Litoral e Retroterra Imediata. In: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasileira. pp. 1-27, 1990.

AGUIRRE, A. Sooretama – estudos sobre o parque de reserva, refúgio e criação de animais silvestres Sooretama, no município de Linhares, Estado do Espírito Santo. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. 50pp. 1951

AHERN, J.F. Greenways as strategic landscape planning: Theory and applications. Wageningen, the Netherlands: Wageningen University. Doctoral thesis. ALBINO, J. 1999. Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação – ES. Tese de Doutorado. São Paulo. 182p. 2002.

ALLEN, T. F. H.; STARR, T. B. Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, 1982.

ALMEIDA, F. F. M. Evolução Tectônica da Borda Continental da Serra do Mar. In: XXVII Congr. Bras. Geol. da S.B.G. – Resumo das comunicações. Vol. 2. p 184-185, 1973.

ALMEIDA, C. G. Análise Espacial dos Fragmentos Florestais na Área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. (Dissertação de Mestrado em Gestão do Território) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR. 74p, 2008.

ANTROP, M. Changing Patterns in the Urbanized Countryside of Western Europe. In: Landscape Ecology. 15: 257–270, 2000.

ANTUNES, P.B. *Comentários ao Novo Código Florestal*. Editora: Atlas/Fundação Alphaville. 345p. 2013.

ASMUS, H. E.; GOMES, J. B.; PEREIRA, A. C. B. Integração Geológica da Bacia do Espírito Santo. In: Sociedade Brasileira de Geologia, anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo. vol. 3. p.236-252, 1971

BALDWIN, R. F.; TROMBULAK, S.C.; BALDWIN, E. D. *Assessing risk of large-scale Habitat Conversion in Lightly Settled Landscape*. In: Landscape and Urban Planning. p.219-225, 2009.

BANDEIRA Jr. A. N.; PETRI, S.; SUGUIO, K. Projeto rio Doce. Rio de Janeiro. PETROBRÁS/CENPES, (Relatório Final). 203p, 1975.

BARBOSA, L. M. *Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista*. São Paulo: Instituto de Botânica. 129p, 2006.

BERNARDES, L. M. C. Tipos de Climas do Estado do Espírito Santo. Seção de estudos do C.N.G. p.107-109, 1951.

BERTRAND, G. *Paisagem e Geografia Global, Esboço Metodológico*. São Paulo, Universidade São Paulo, Instituto de Geografia, In: Cadernos de Ciência da Terra(13) p.1-27, 1971.

BORG, I; ROSA. L.B.R.A.; PACHECO, R. *Norte do Espírito Santo: Ciclo Madeireiro e Povoamento*. Edufes: Vitória, 178p, 1996.

BOTEQUILHA, LEITÃO. A. Sustainable Land Planning: Towards a Planning Framework. Exploring the Role of Spatial Statistics as a Planning Tool. Lisbon, Portugal: Technical University of Lisbon (Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa). Doctoral Dissertation. 2001.

BOTEQUILHA LEITÃO, A. ; AHERN J.. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. In: Landscape and Urban Planning. 59: 65–93, 2002.

BOTEQUILHA LEITÃO, A.; MILLER J.; AHERN J.; MCGARIAL K. *Mensuring Landscape: a Planner's Handbook*. Washington. 2006.

BRASIL/SEPLAN/IBGE. Levantamento de Recursos Naturais vol.32. Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória. 775p, 1983.

BRASIL/SEPLAN/IBGE. Levantamento de Recursos Naturais Vol.34, folha SE. 24. Rio Doce. 544p, 1987.

BUNKSÉ, E. V. Humboldt and an Aesthetic Tradition in Geography. In: The Geographical Review, 71, n. 2, 1981.

CAPRA, F. *The web of life: A new scientific understanding of living systems*. New York: Anchor Books. 1996

CARVALHO, M. S. *Os Parques Naturais Municipais da Ilha de Vitória (ES) no Contexto das Áreas Verdes Urbanas: um Olhar Biogeográfico pelo Viés da Ecologia da Paisagem*. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo. 223p, 2013.

CASIMIRO, P. C. Uso do Solo, Teledetecção e Estrutura da Paisagem Ensaio Metodológico - Conselho de Mértola. Dissertação (Doutorado em Geografia e Planejamento Regional, Universidade Nova de Lisboa. 2002.

CASIMIRO, P.J.C.C. Análise Quantitativa da Paisagem, Evolução Temporal de Padrões Espaciais – Concelho de Mértola”, revista Geoinova – Revista do Departamento de Geografia e Planejamento Regional, Nº 6, F.C.S.H. – U.N.L. p. 59-84, 2003.

CASIMIRO, P.J.C.C. Estrutura, Composição e Configuração da Paisagem: Conceitos e Princípios para sua Quantificação no Âmbito da Ecologia da Paisagem. Lisboa - Portugal. 2003. Disponível em <http://www.apdr.pt/siteRPER/numeros/RPER20/20.6.pdf>

CENCIG, M.O. Construção do Sistema de Gestão da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – Caderno nº 6. Série Gestão da RBMA. 88p, 1997.

CHRISTOFOLETTI, A; Modelagem de Sistemas Ambientais. E. Blücher, São Paulo. 1999.

COELHO, ANDRÉ L. N., Alteração Hidro geomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007.

COSTA, J.P.O. Avaliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – Caderno nº 6. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera e CETESB. 48p, 1997.

CRUZ, O. A Geografia Física, o Geossistema, a Paisagem e os Estudos dos Processos Geomórficos. In: *Bol. Geog. Teor.* 15 (29-30), Simpósio de Geografia Física Aplicada. p.53-62, 1985.

DELCOURT, H. R.; DELCOURT P. A.; Webb T. Dynamic Plant Ecology: the Spectrum of Vegetation Change in Space and time. In: *Quaternary Science Review* 1. p.153–175, 1983.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C.; MARTIN, L. Esquema Evolutivo da Sedimentação Quaternária nas Feições Deltaicas dos rios São Francisco (ES/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). In: *Revista de Geociências* 11(4), São Paulo. p.227-237, 1981.

EHRlich, P. R. A perda da diversidade: causas e consequências. In: WILSON, E. O. (ed.) Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. p. 27-35, 1997.



ENGLE, IRGINIA; MARYSIA, SZYMKOWIAK. *Fourth National Coastal condition reports IV*. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2012. Disponível em <http://www.epa.gov/nccr>

FARINA, ALMO. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Cambridge: Chapman and Hall. 1998.

FORMAN, R.T.T; GODRON, M. *Landscape Ecology*. New York, John Wiley & Sons. 619p, 1986.

FORMAN, R.T.T. *Land Mosaics, the Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University press, Cambridge, New York. 1995.

FORMAN, RICHARD T.T. *Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge University Press. New York, Melbourne. 1995

FORMAN, R.T.T. Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology*. 14(1): 31–36, 2001.

FRANKE, C.R; ROCHA, P.L. B.; KLEIN, W.; GOMES, S.L. *Mata Atlântica e biodiversidade*. Salvador. EDUFBA. 461p, 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. Período 1995-2000. Relatório Final*. São Paulo, 2002.

GIRÃO, O.; CORREA, A.C.B. A Contribuição da Geomorfologia para o Planejamento da Ocupação de Novas Áreas. *In: Revista de Geografia*. UFPE-DCG, vol. .21, n.2, jul/dez/2004. p. 36-58.

GOMES, P. C. da C. *Geografia e Modernidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996.

GUERRA, A. J. T.; Marcal, M. S. *Geomorfologia Ambiental*. Ed. BERTRAND BRASIL, São Paulo, 2010.

FERNANDES, A. *Fitogeografia Brasileira – Províncias Florísticas*. Ed. Fortaleza: Realce Editora e Indústria Gráfica. 202p, 2007.

HAYNES-YOUNG, R., GREEN. D.R.; COUSINS S. *Landscape Ecology and Geographic Information Systems*. London: Taylor and Francis. 1993.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <[http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?codmun=320320&search=espirtosanto%7Clinhares%7Cinfograficos:-historico&lang=\\_ES](http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?codmun=320320&search=espirtosanto%7Clinhares%7Cinfograficos:-historico&lang=_ES)>. Acesso em: 16/1º/2014

INMET/EMCAPA. Representação Gráfica da Frequência, Direção e Velocidade dos Ventos em Vitória, Conceição da Barra e Regência, no Espírito Santo. *Cariacica*, 3(2), pp. 1-11, 1981.

IPEMA (Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica). Projetos Saberes da Mata. Relatório para contribuição no processo de criação da reserva de desenvolvimento sustentável da foz do rio doce. 2006.

IPEMA (Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica). Conservação da Mata Atlantica no Espirito Santo. Cobertura Florestal e Unidades de Conservação. 142p.2005.

JIANGUO, WU. *The Landscape Ecology – Key Topics in Landscape Ecology*. Cambridge Studies. Cambridge University, 2007.

JONGMAN, R. G. H. Homogenization and Fragmentation of the European Landscape: Ecological Consequences and Solution. *In: Landscape and Urban Planning* 58: p211-221, 2002.

KING, L. C.. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *In: Rev. Bras. Geogr.*, 18 (2):p 147-265, 1996.

LEVIN, S.A. The Problem of Pattern and Scale in Ecology. *Ecology*, 73(6), p.1943-1967,1992

VIEIRA LISZT.; CADER RENATO. A política ambiental do Brasil ontem e hoje. Disponível em:< <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1601>>. Acesso em 18/10/2014.

MACATHUR, R.H. Some Generalized Theorems of Natural Selection. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.* 1962.

MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 203p, 1967.

MANDELROT, B.B. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman. 1982.

MANUAIS TECNICO EM GEOCIENCIAS – NUMERO 7 MANUAL TECNICO DE USO DA TERRA, 3ª Ed. IBGE, RIO DE JANEIRO 2013.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. L. M.; FLEXOR, J. M. Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, CPRM/FAPESP. 112p, 1997.

MARGALEF, R. Ecología. Ediciones Omega. 951p, 2005.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. U.S. Forest Service General Technical Report PNW. p.351, 1995.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia. Noções básicas e Climas do Brasil. Editora Oficina de Textos: São Paulo. 206p. 2007.

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. In: An Acad.Bras.Ci., n. 3-1,p.445-463,1999.

METZGER, J. P. *O que é Ecologia de Paisagem?* Biota Neotropical, Campinas, v. 1, n. 1/2, 2001.

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem: o uso adequado de métricas. In CULLEN JUNIOR, L.;RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA , C, (Org.). Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 1 ed. Curitiba: IPE, v.1 p.423-453, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Mata Atlântica. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 20 set. 2013.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlantica e Campos Sulinos. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas – MG. Brasília. MMA. SBF.40p, 1997.

MONTEIRO, C. A. F.. Clima. In: *Geografia do Brasil. Grande Região Sul*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, vol. 5, pp. 114-136. 1949.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: *Geomorfologia do Brasil*. (Orgs.) Sandra Baptista da Cunha e Antônio José Teixeira Guerra, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: 273-349.1998

MYERS, N; MITTERMEIER, R.A; FONSECA, G.A.B;KENT, J. Biodiversidade Hot Spots For Conservation Priorities. In: Nature. 403:853-858,2000.

NAVEH, Z. En major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 57: 269–284, 2001.

NAVEH Z.; LIEBERMAN A. S. *Landscape Ecology: Theory and Application*. Springer-Verlag, New York, New York, USA. Série Environment Management. 2ª. ed., 356p, 1993

O'NEILL, R.V.; KRUMMEL J.R.; GARDNER R.H.; SUGIHARA G.; JACKSON B.L.; DEANGELIS D.L.; MILNE B.T.; TURNER M.G.; ZYGMUNT B.; CHRISTENSEN S.W.; DALE V.H.; GRAHAM R.L. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology* 1(3): 153–162, 1988.

OPDAM, P. LANDECONET: The Study of Biodiversity in Changing Landscapes. Available online at: <http://www.nmw.ac.uk/ITE/econet/opdam.html>. 1997.

PEREIRA, H.G. Geosystems as a conceptual framework for the trade-off between society needs and environmental issues in the extractive industries of the future. Preprints of Workshop Engineering and Technology (Engenharia e Tecnologia). Lisboa: Ordem dos Engenheiros. 2000.

PINHEIRO, C. A. K. Contribuição geográfica ao estudo das unidades de conservação sob o enfoque sistêmico: o caso do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.

PREFEITURA DE LINHARES. Planejamento Estratégico de Linhares 2005-2025, Agenda 21. 97p. 2007.

PONTING, C. *Uma história verde do mundo*. Editora: Civilização Brasileira, Rio de Janeiro. 648p, 1995.

RAUL, A. SCHIER. *Trajetórias do Conceito de Paisagem na Geografia*, Curitiba, n. 7. Editora UFPR. p. 79-85, 2003.

ROSS, JURANDYR. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. Oficina de Textos. São Paulo, 2006.

SARAH. E. GERGEL; TURNER. MONICA G. *Learning Landscape Ecology: a practical guide to concepts and techniques*. Depart. of Zoology, University of Wisconsin: Madison, 2002.

SCHAMA, S. Paisagem e memória. 1ª Reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras. 645p, 1996.

SFORZA, R. Propostas de Criação de Unidades de Conservação Federais Marinhas e Costeiras no Estado do Espírito Santo. Projeto Tamar/IBAMA. GEREX-ES. 2003.

SILVEIRA, J. D. Morfologia do litoral brasileiro. In: Azevedo, Aroldo de. Brasil: a terra e o homem. As bases físicas. Ed. Nacional. V.1. p. 253-305, 1968.

SOARES FILHO, B. S. *Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças*. Belo Horizonte – Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto - UFMG, 1998.

SOTCHAVA, V. B. Biogeografia, por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. Instituto de Geografia – USP. São Paulo. p. 1-24, 1977.

SOTCHAVA, V. B. O estudo do geossistema. In: Instituto Geográfico do Estado de São Paulo. Série Métodos em Questão: 1-51p, 1978.

SOUZA, M. J. L. *Urbanização e Desenvolvimento no Brasil Atual*. São Paulo, Editora Ática, 1996.

SOUZA, M. J. L. *ABC Desenvolvimento Urbano*. Rio de Janeiro, Editora Bertrand, 2003.

SOUZA, R.C. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. Quaternário do Brasil. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA. Ribeirão Preto: Holos Editora. 378p, 2005.

TAMBOSI, L. R. Ecologia da Paisagem e Restauração. LEPAC/USP. Disponível em: [http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/222/Documentos/2010\\_RecupArea sDegradadas/RAD2010\\_Jau\\_Leandro.pdf](http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/222/Documentos/2010_RecupArea sDegradadas/RAD2010_Jau_Leandro.pdf), 2010.

THEOBALD, D.M.; HOBBS N.T.; BEARLY T.; ZACK J.A.; SHENK T.; Riebsame. W.E.. Incorporating biological information in local land-use decision making: Designing a system for conservation planning. *Landscape Ecology* 15: 35–45, 2000.

TROLL, C. Die geographische landschaft und ihre erforschung – Studium generale III, p. 163-181, 1950.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:171-197, 1989.

TURNER, M. G.; Romme W. H. Landscape Dynamics in crown fire Ecosystems. *Landscape Ecology* 9:59-77, 1994.

TURNER, M.G.; WEAR, D.N.; FLAMM, R.O. Landscape ownership and land-cover change in the southern Appalachian highlands and the Olympic Peninsula. In: *Ecology. Appl.* 6: 1150–1172, 1996.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. *Landscape Ecology: in theory and practice, pattern and process*. Editora: Springer, 2001.

TURNER, M.G. Landscape Ecology: what is the state of the Science?. *Annu. In: Rev. Ecol. Evol. Syst.* p. 319-344., 2005

URBAN, D.L.; KEITT, T. Landscape Connectivity: a graph theoretic perspective. In *Ecology*, V.82, n 5, p.1205-1218, 2001.

VALE, C. C. Contribuição ao estudo dos manguezais como indicadores biológicos das alterações geomórficas do estuário do rio São Mateus (ES). São Paulo, 171f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 1999.

VALE, C. C. Séries Geomórficas Costeiras do Estado do Espírito Santo e o Habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. FFLCH. 2004.

VAN LAVIEREN, H.; SPALDING, M.; ALONGI, D.M.; KAINUMA, M.; CLÜSENER-GODT, M.; ADEEL, Z. *Securing the future of mangroves*. ISME; FAO; UNEP; WCMC; UNITED NATIONS UNIVERSITY; THE NATURE CONSERVANCY. 2012.

VAN LIER, H. N. The role of Land Use and Planning in Sustainable Rural Systems. In: *Landscape and Urban Planning*, 41: 83-91. 1998b.

VONEI, R. C.; VITTE, A. C. *Paisagem e Alexander Von Humboldt: Construindo um Conceito*. Universidade Estadual de Campinas. 2009.

WIENS, J.A. Toward a unified landscape ecology..In *Studies in landscape ecology: issues and perspectives in landscape ecology* (J. Wiens & M. Moss, eds). Cambridge University Press, Cambridge. p. 365-373, 2005.

WU, J.. Effects of Changing Scale on Landscape Pattern Analysis: Scaling relations. In: Landscape Ecology 19. p. 125–38, 2004.

WU, J.; HOBBS, R.. Key Issues and Research Priorities in Landscape Ecology: An Idiosyncratic Synthesis. In: Landscape Ecology 17, 355–356, 2002.

WU, J., HOBBS R.J. Key Topics in Landscape Ecology 24:451-452 – Book Review, 2009.

ZONNEVELD, I. S.. Land Evaluation and Landscape Science. Enschede, The Netherlands: International Institute for Aerial Survey and Earth Science, 1972.

ZONNEVELD, I. S. The Land Unit – A fundamental Concept in Landscape Ecology, and its applications. Landscape Ecology, v. 3, n. 1, pp. 67-86, 1989.

ZONNEVELD, I.S. Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. In: Change landscapes: an ecological perspective. Berlin. 286p, 1990.

ZONNEVELD, I.S. Land Ecology: An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation. Amsterdam: SPB Publishing. 1995.

ZONNEVELD, I.S. A Unidade da Terra como uma Caixa Preta: Uma Caixa de Pandora? In: issues and perspectives in landscape ecology por John A. Wiess e Michael R. Moss, 2005.

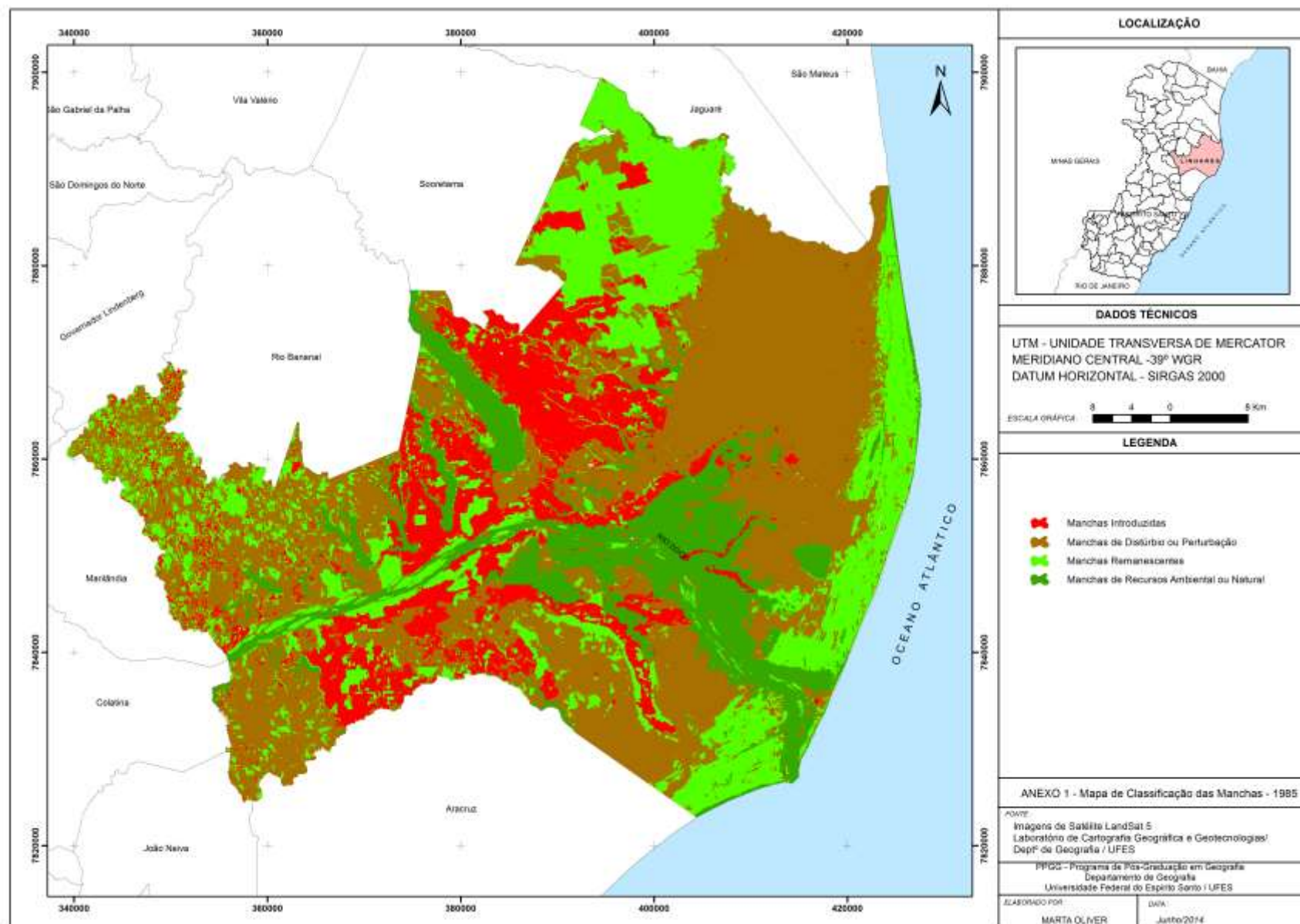
Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

ANEXOS



Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem



Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES)  
nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

# Estudo da Evolução da Paisagem da Área do Município de Linhares (ES) nos Anos de 1985 e de 2013/2014, por meio das Métricas da Paisagem

